

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**NÁVRH NA ÚPRAVU TECHNOLOGICKÉ LINKY ZA
ÚČELEM ZVÝŠENÍ PRODUKCE V LOMU KRÁSNÝ LES**

**THE PROPOSED ADJUSTMENT OF THE PROCESS LINE
TO INCREASE PRODUCTION AT THE QUARRY
KRASNY LES**

Autor:

Bc. Jaroslav Hermann

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Hermann**
Studijní program: N2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102T012 Využívání zdrojů stavebních nerostných surovin
Téma: **Návrh na úpravu technologické linky za účelem zvýšení produkce v lomu Krásný Les**
The proposed adjustment of the process line to increase production at the quarry Krasny Les

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Současný stav dobývání a dopravy suroviny v lomu
2. Rešerše současného stavu úpravárenské technologické linky a výsledních produktů po úpravě
3. Návrh na rekonstrukci úpravnické linky za účelem zlepšení kvality a ekonomických ukazatelů
4. Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení řešení

Závěr

Rozsah práce: 30 - 35 stran textu, 5 - 10 grafických příloh

Seznam doporučené odborné literatury:


- KRYL, V., et al.: *Povrchové dobývání ložisek*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997, 266 s., ISBN 80-7078-396-6.
ČEP, H.; ŠPÍRKOVÁ, R.: *Technologie úpravy kameniva*. Brno: Těžební unie, 1997, 143 s.
ŘEPKA, V.: *Technologie zpracování surovin*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1998, 95 s., ISBN 80-7078-548-9.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Milan Micoláš, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011


prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 29. 04. 2011

.....
Bc. Jaroslav Hermann

ANOTACE:

Tématem diplomové práce je úprava technologické linky za účelem zvýšení produkce v lomu Krásný Les. Zmapována byla nabídka strojů a zařízení používaných v lomových provozech s cílem najít, vyhodnotit a zpracovat nejvhodnější variantu řešení. Sledovány byly i vývojové trendy a možnosti jejich aplikace do řešené problematiky.

V úvodu jsou popsány současné aktivity probíhající v kamenolomu společně s výčtem finálních výrobků a norem určujících jejich využití. V další fázi jsou řešeny možnosti modernizace provozu včetně výběru optimálního řešení. Závěr práce je věnován vyhodnocení a návrhům v souvislosti s budoucí činností.

Klíčová slova: kamenolom, těžba, ložisko, kamenivo, stavební kámen, úprava, technologická linka, drtič, třídič.

ANNOTATION:

The issue of the thesis is an adjustment of process line for the purpose of increase in production in the quarry Krasny Les. The thesis contents a mapped offer of machines and devices used in the quarry operations for the purpose to find, evaluate and elaborate the most suitable variation of solution. Also, development trends were studied and their possibilities of use into the solved issue.

The preface of the thesis describes present activities running in the quarry and a list of final products as well as norms determining their use. In the following part there are solved possibilities of operation renovation including a selection of optimal solution. The conclusion deals with evaluation and suggestions in the context of future activity.

Keywords: quarry, mining, deposit, aggregate, building stone, adjustment, process line, crusher, classifier.

Obsah

1. Úvod	1
2. Současný stav dobývání a dopravy suroviny v lomu	3
2.1 Vymezení a charakteristika zájmové oblasti	3
2.1.1 Těžba kameniva na Liberecku – historie a vývoj	4
2.1.2 Kamenivo a lomový kámen	7
2.2 Geologické údaje ložiska Krásný Les	11
2.3 Soudobý stav dobývání	13
2.3.1 Stav zásob na území rozšířené těžby	18
2.4 Doprava suroviny v lomu	19
3. Rešerše současného stavu úpravárenské technologické linky a výsledných produktů po úpravě	21
3.1 Technologický postup úpravy kameniva v kamenolomu Krásný Les	21
3.2 Přehled výsledných produktů po úpravě	24
3.2.1 Normy ČSN EN určující použití kameniva	25
4. Návrh na rekonstrukci úpravnické linky za účelem zlepšení kvality a ekonomických ukazatelů	28
4.1 Drtící zařízení a vývojové směry	28
4.1.1 Mobilní technika	29
4.1.2 Semimobilní technika	30
4.1.3 Klasické úpravnické stroje	31
4.2 Koncepce návrhu na rekonstrukci úpravárenské technologie	34
4.2.1 Návrh řešení první varianty	35
4.2.2 Návrh řešení druhé varianty	40
4.2.3 Konečný návrh	41
5. Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení řešení	47
6. Závěr	49
Seznam použité literatury	51
Seznam obrázků	53
Seznam tabulek	54
Seznam příloh	55

Seznam použitých zkratek

a.s.	akciová společnost
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CE	Communauté Européenne - prohlášení, že výrobek splňuje normy Evropské unie
ČR	Česká republika
ČSN EN	Evropská norma převzatá do národního systému norem ČR
ČSN	České technické normy
DP	dobývací prostor
EN	Evropské normy
ES	Evropské společenství
GPS	Global Positioning Systém - mobilní navigace
ISO	International Organization for Standardization - Mezinárodní organizace pro standardizaci
k. ú.	katastrální území
m n. m.	metry nad mořem
PHM	pohonné hmoty a maziva
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
TVO	technický vedoucí odstřelu
ŽP	životní prostředí

1. Úvod

Člověk je součástí biosféry a jako nejvyšší článek vývoje živé přírody, obdařený intelektem, ovlivňuje průběh celé řady naturálních procesů. Může to však činit dvojím způsobem – konstruktivním nebo destruktivním.

Historicky vzato, probíhá vývoj vztahů člověka k přírodě a jejímu nerostnému bohatství vždy a všude stejně. Zpočátku se projevuje jako bezstarostné kořistění, na určitém stupni společenského vývoje si člověk uvědomí vyčerpatelnost přírodních zdrojů, nutnost regulace čerpání a nezbytnost obnovy nebo hledání nových zdrojů. Úměrně s rostoucí lidnatostí a s požadavky stálého hospodářského rozvoje si klade za cíl dokonale využít přírodní zdroje.

Čerpání nerostných surovin je průvodním jevem exploatace litosférických zdrojů, které potřebuje každá rozvinutá společnost a její průmysl. V průmyslově vyspělých státech se rychle zvyšují nároky ve všech specificky lidských činnostech a tím stoupá i spotřeba přírodních surovin společně s požadavky na jejich optimální využití. Pro rozvoj každé společnosti je důležité, aby všechny nerostné suroviny byly využity pro potřebu společnosti v rámci dostupných znalostí a technologií [8].

Těžba by neměla být považována za brutální čin na přírodě, ale nesmí být ani nešetrným a necitelným využíváním přírody. Je zcela nezodpovědné těžit přírodní suroviny k účelům, pro které by stačily méně hodnotné, a ještě nezodpovědnější by bylo materiál již vydobyty nedostatečně či nevhodně zpracovat a tím znemožnit jeho plnohodnotné využití. Proto má tak velký význam i úpravárenství a rozvoj jeho výrobních technologií.

„Stát dbá o šetrné využívání přírodních nerostných zdrojů a o ochranu nerostného bohatství.“ Tato zásada je opisem článku 7 (Ochrana přírody) Ústavy České republiky č. 1/1993 Sb. Za šetrné se považuje takové využívání přírodních nerostných zdrojů, které použitím dostupné moderní techniky a technologie při těžbě a úpravě nerostných surovin zabezpečí jejich optimální využití a zhodnocení.

Zpracování nerostných surovin je neustále věnována zvýšená pozornost, i když naše surovinová základna se stále snižuje a některé suroviny se vlivem restrukturalizace průmyslu přestaly těžit [10].

Úpravnictvím nazýváme všeobecně technický obor, který pojednává o úpravě užitkových nerostných surovin. Jsou zde zahrnuty nejen technologické postupy úpravy nerostů, ale i popis strojů a úpravnických zařízení, jejich hodnocení co se týče činnosti a dále metody úpravnického výzkumu.

Stále větší těžba nerostných surovin a také těžba chudších ložisek, kde bylo třeba se zbavit velkého množství jalového materiálu, vedly k tzv. množstevnímu problému vyvolaného potřebou upravovat stále větší množství vydobytých nerostných surovin.

Tento množstevní problém byl řešen jednak zvyšováním výkonů úpravnických strojů a jednak zaváděním nových, účinnějších technologií do technologické praxe. Tento proces trvá i dodnes, když většinou byla překonána snaha stavět co největší kolosy úpraven. Je dán spíše důraz na účinnost strojů a technologií [11].

Z této skutečnosti vychází i tato diplomová práce, která se zabývá návrhem na úpravu technologické linky za účelem zvýšení produkce v lomu Krásný Les. Jejím obsahem je popis a zdůvodnění navrhované modernizace výroby, neboť zastaralé technologické celky je třeba nahrazovat novými nejen z důvodu zvyšování objemu produkce, ale také pro zlepšování kvalitativních parametrů výrobků v kontextu se situací na trhu stavebních surovin. Přínosné je to i v oblasti snižování energetické náročnosti výroby a velmi důležité je i zmenšení ekologické zátěže na životní prostředí. Opatření je třeba realizovat komplexně, neboť jednotlivé zákroky se míjí účinku.

Cílem diplomové práce je provedení optimálního výběru vhodných strojů a zařízení, které umožní ekonomický, ekologický a bezporuchový provoz v podmínkách dané lokality s přihlédnutím na konfiguraci terénu a z toho plynoucí možnosti přizpůsobení zařízení místní situaci v souvislosti se zvýšením množství i kvality výsledného produktu.

2. Současný stav dobývání a dopravy suroviny v lomu

Těžba ostatních užitečných surovin je vedle těžby uhlí, jak z hlediska objemu, tak z hlediska hodnot těžby, druhým nejdůležitějším odvětvím těžebního průmyslu.

Tyto tzv. nerudné suroviny zahrnují značný počet nerostných surovin s různými fyzikálními, chemickými a technologickými vlastnostmi. Kryjí především výrobní spotřebu řady odvětví a oborů národního hospodářství jako například keramický a sklářský průmysl, hutnictví nebo chemický průmysl [3].

Nelze opomenout ani stavebnictví či budování dopravních staveb – výstavba silnic, rychlostních komunikací, dálnic, železnic. V této oblasti se uplatňují výsledné produkty z kamenolomu Krásný Les. Proto bych chtěl úvodem definovat a charakterizovat předmětné území, které je určeno diplomovou prací pro řešení úkolu.

2.1 Vymezení a charakteristika zájmové oblasti

Zájmové území leží v Libereckém kraji, který má rozlohu 3 163 km² (obr. č. 1). Kraj je tvořen čtyřmi okresy (Liberec, Česká Lípa, Jablonec nad Nisou a Semily), které zahrnují celkem 215 obcí, z nichž 39 má statut města. Správní území je rozděleno dle následujícího členění na základě deseti obcí s rozšířenou působností: Česká Lípa, Nový Bor, Jablonec nad Nisou, Liberec, Frýdlant, Tanvald, Železný Brod, Turnov, Jilemnice a Semily. Hraničí s Ústeckým, Středočeským a Královéhradeckým regionem a se SRN a Polskem.

V Libereckém kraji je těženo 11 výhradních ložisek stavebního kamene, označovaných také komerčním názvem jako ložiska drceného kamene. Nejvýznamnější jsou Košťálov - Stružinec, Chlum - Maršovický Vrh (Újezd), Smrčí 2 a 3 a částečně i Bezděčín a Krásný Les u Frýdlantu. Zároveň se těží tři nevýhradní ložiska: Cidlina - Doubravice, Studenec u Horek a Žandov u České Lípy. Celkem se na území kraje nachází 14 využívaných výhradních a nevýhradních ložisek a 23 nevyužívaných. V současné době je předmětem vyřešení střetů zájmů v rámci posouzení vlivů na ŽP tzv. znovuoobnovení otvírky v optimalizované – šetrné variantě na ložisku s velmi kvalitní surovinou Luhov - Brniště - Tlustec. Těžený bazanit patří k nejkvalitnější surovině používané pro kolejová lože v ČR.

V celorepublikovém měřítku se Liberecký kraj na produkci drceného kameniva podílí 7 – 10 %. Jedinými horninami využívanými v současnosti pro výrobu drceného

kameniva jsou produkty terciérních vulkanitů (čedičové horniny, bazanity, limburgity, fonolity) a permokarbonské melafyry [1].



Obrázek č. 1 - Umístění kamenolomu Krásný Les v Libereckém kraji

2.1.1 Těžba kameniva na Liberecku – historie a vývoj

Hornictví se řadí k nejstarším druhům lidské činnosti a stejně jako v jiných odvětvích se i zde nemohl pokrok zastavit. Z počátku se výlom kamene prováděl pomocí železných klínů a z části pomocí střelného prachu. Část kamene byla zpracována na místě a sice tak, že velký kámen byl rozbit na menší a ten byl dále paličkami, tzv. švihovkami, roztloukán na šterk. Kromě šterku se vyráběl stavební kámen, který se rovnal do figur a podle potřeby byl odvážen koňskými povozy na stavby. Stejným způsobem se odvážel i zbývající drobnější materiál, který byl ručně tříděn podle velikosti – katrován.

V té době v kamenolomech pracuje velké množství pomocných nebo zaučených dělníků. Jednalo se zejména o dělníky, pro které byla práce v lomech jako doplňkový zdroj příjmů k výtežku ze zemědělského hospodaření. Kvalifikovaní řemeslníci v lomech se ztrácejí a hranice mezi kdysi výrazně se odlišujícím označením skalníků (ten, kdo kámen dobývá) a kameníků (ten, kdo ho odborně zpracovává) se postupně stírá.

S organizací a částečnou mechanizací těžby a zpracování kamene v podobě blížící se dnešnímu chápání se setkáváme až koncem 19. století a začátkem 20. století, kdy si rozvoj stavebnictví vynutil jak zvyšování, tak zkvalitňování těžby a zpracování kameniva. Pro ulehčení práce byly stavěny v lomech úzkokolejné dráhy a používaly se jednoduché stroje.

V období první republiky se těžbou kamene zabývala celá řada firem od drobných rodinných podniků až po poměrně rozsáhlé akciové společnosti. Rozdílné kapitálové síle odpovídalo také odlišné technické vybavení.

Zásadní zlom v organizaci kamenoprůmyslu nastal po skončení 2. světové války, kdy prvořadým úkolem bylo odstranění válečných škod a obnovení chodu hospodářství. Potřeby poválečné obnovy vedly k rozvoji stavebnictví, což sebou neslo zvýšenou poptávku po stavebních materiálech včetně kameniva. Snahy o zvýšení objemu výroby nutně vedly k investicím do její intenzifikace a mechanizace. Podstatně se změnila i tvář jednotlivých těžeben, jejich technické vybavení a způsob těžby. Postupně docházelo k nahrazování nesmírně vysilující ruční práce mechanizací, ke zvyšování výkonu a účinnosti strojů. V lomech se začaly ve větší míře objevovat rýpadla, nákladní auta, výkonnější drtící a třídící technika.

Začaly se používat komorové odstřely, umožňující uvolňovat podstatně větší objemy horniny. Jejich princip spočíval v odpálení trhaviny uložené ve vyhloubené štole s komorami. Výhoda komorových odstřelů spočívá v jednorázovém uvolnění značných objemů suroviny (v průměru 50 000 – 70 000 tun, avšak bylo dosaženo i výkonu přes 100 000 tun). Tento způsob těžby má však i svá negativa: výška těžebních stěn dosahuje několik desítek metrů, mohutné exploze koncentrovaně uložené trhaviny vyvolávají značné otřesy, často je nutné dodatečné rozpojování skalních bloků, tzv. sekundární odstřely a nelze opomenout ani bezpečnostní rizika spojená s odebíráním suroviny zpod vysokých stěn.

Vzhledem k tomu, že uvedené skutečnosti jsou provázené ekonomickými i ekologickými dopady, došlo v devadesátých letech minulého století k postupnému nahrazení komorových odstřelů tzv. odstřely clonovými, které uvedené nedostatky odstraňují. Jejich podstata spočívá v uvolnění kamene odpálením trhaviny uložené v soustavě svislých vrtů doplněných podle potřeby horizontálními podvrtávkami v patě těžební stěny (obr. č. 2).



Obrázek č. 2 - Nabíjení patních vrtů

Velkých změn doznala i přeprava suroviny od lomové stěny k dalšímu zpracování. Ruční nakládka do kolejových vozíků tlačných lidskou silou (někde tuto práci dokonce zastávaly ženy) ustoupila nákladním vozům a tento systém dopravy zůstává zachován i v současnosti.

Pozoruhodným vývojem prošel také vlastní proces úpravy kameniva – drcení a třídění. V závislosti na požadovaném frakčním složení a kvalitě prochází kamenivo jedním až třemi stupni drcení. Důležitým momentem je postupné využívání elektroniky při ovládání strojů a zavádění výpočetní techniky k řízení celých výrobních procesů. Způsob těžby a zpracování kameniva jsou ve stále větší míře ovlivňovány i rostoucími nároky na ochranu životního prostředí [18].

Zjednodušeně lze konstatovat, že tímto vývojem prošly všechny organizace zabývající se těžbou stavebního kamene v České republice a vytěženou surovinu lze využít ve vytěženém stavu (lomový kámen) nebo ve větší míře v upraveném stavu (drcené kamenivo).

2.1.2 Kamenivo a lomový kámen

V této části bych rád objasnil a vysvětlil terminologii používanou v souvislosti se stavebními materiály, tj. obecné pojmy a názvosloví, vlastnosti, rozdělení kameniva a suroviny pro výrobu.

Obecné pojmy:

- kamenivem se rozumí zrnitý (sytký) anorganický materiál přírodního nebo umělého původu, s velikostí zrna do 125 mm, který je určen pro stavební účely. Ve stavebnictví se kamenivo používá především jako plnivo, které v kombinaci s vhodnými pojivy slouží pro přípravu malt a betonů. V silničním a železničním stavitelství se kamenivo rovněž používá k tvorbě uměle ztuhnutých těles a vrstev, např. násypů, kolejových loží a vozovkových vrstev.

Vlastnosti:

- vlastnosti kameniva jsou ovlivněny především jeho původem, tj. mineralogickým složením a obsahem dalších složek. Základními požadavky na kamenivo jsou především objemová hmotnost a pevnost zrn (v závislosti na konkrétní stavební aplikaci), nízká nasákavost a trvanlivost. Škodlivinami, resp. nevhodnými součástmi kameniva do betonu, jsou zejména tvarově nevhodná, nekubická zrna (tj. zrna plochá nebo protažená, u kterých je podíl délky a tloušťky větší než 3), zvýšený obsah jemných částic (pod 0,063 mm) nebo humusovitých látek, látky obsahující sloučeniny síry a zrna tvořená amorfním oxidem křemičitým, která ve spojení s cementem mohou způsobit nebezpečné alkalicko-křemičité rozpínání.

Rozdělení kameniva:

- kamenivo je možno rozdělit podle celé řady hledisek. Nejčastěji jde o:

1. původ

Přírodní - anorganické kamenivo, získané těžbou nebo drcením přírodních hornin. K procesu desintegrace horniny došlo fyzikálně-mechanickým procesem, a to buď přirozeným zvětráváním, nebo drcením v drtičích.

Umělé - kamenivo anorganického původu, které vzniklo za přispění člověka nejčastěji tepelným procesem (tavba kovů, spalování, termická expandace).

Recyklované - kamenivo anorganického původu, které bylo dříve použito jako stavební materiál ve stavebních konstrukcích.

2. způsob vzniku zrn

Těžené - přírodní kamenivo nejčastěji fluvialního (říčního), glacienního (ledovcového), glaci-fluvialního (říčně-ledovcového) nebo eolického (naváté větrem) původu. Jedná se o usazené (sedimentární) horniny typu písků, štěrků a štěrkopísků, které vznikají zvětráváním starších hornin a následným transportem vodou, ledovcem nebo větrem. Těžené kamenivo se zpravidla vyznačuje zaoblenými tvary jednotlivých zrn a ohlazeným povrchem, které vznikají v souvislosti s transportem zvětralé horniny. Případný podíl předrcených větších zrn nepřesahuje 40 % hmotnosti.

Drcené - kamenivo nejčastěji přírodního původu, které vzniká „umělým“ drcením větších kusů horniny a následným tříděním. Může vznikat také drcením jiných anorganických materiálů, např. vysokopecní strusky. Drcené kamenivo je zpravidla charakteristické nepravidelným, ostrohranným tvarem zrn, ostrými hranami a drsným lomovým povrchem.

Těžené předrcené - kamenivo získané drcením zrn těženého kameniva o velikosti nad 2 mm s podílem drcených zrn nad 40 % hmotnosti.

3. objemová hmotnost

Pórovité - kamenivo s objemovou hmotností do 2 000 kg.m⁻³. Někdy bývá pórovité kamenivo definováno také sypnou hmotností, která nesmí přesáhnout 1 200 kg.m⁻³. Z přírodních kameniv se jedná např. o vulkanické tufy a tufity, pemzu nebo křemelinu, jejichž význam v dnešním stavebnictví je ovšem silně omezený. Ze skupiny umělých kameniv mezi pórovitá kameniva patří škvára, keramzit, expandovaný perlit, expandovaný vermikulit, v minulosti také např. agloporit nebo expandovaná břídlíce. Pórovitým kamenivem recyklovaného původu je cihelný recyklát. Pórovité kamenivo nachází hlavní uplatnění při výrobě lehkých malt, omítkových směsí a betonů s tepelně-izolačními vlastnostmi. Většina pórovitých hornin je více či méně nasákavá, k čemuž je nutno přihlédnout při návrhu receptury čerstvého betonu a postupu míchání.

Hutné - kamenivo s objemovou hmotností v rozmezí 2 000 – 3 000 kg.m⁻³. Mezi hutná kameniva patří většina těžených nebo drcených přírodních kameniv, a to protože objemová hmotnost základních horninotvorných minerálů – křemene, živců, kalcitu – se pohybuje okolo 2 500 až 2 800 kg.m⁻³. Z umělých hutných kameniv se uplatňuje zejména vysokopecní struska, hutným recyklovaným kamenivem je betonový recyklát. Hutná kameniva jsou základem většiny betonů a malt,

používají se i na násypy nebo pro výrobu asfaltobetonů (vozovkových vrstev tvořených směsí asfaltu a kameniva).

Těžké - kamenivo s objemovou hmotností nad $3\,000\text{ kg.m}^{-3}$. Z přírodních hornin mohou těžké kamenivo poskytovat některé vyvřelé nebo přeměněné horniny s vysokým obsahem tmavých minerálů, bohatých na Fe a Mg, jako jsou masivní čediče nebo amfibolity. Jejich objemová hmotnost se však pohybuje jen mírně nad hranicí definující těžké kamenivo (zpravidla nepřesahuje $3\,100\text{ kg.m}^{-3}$). Mezi těžká kameniva mohou patřit také některé minerály přírodního nebo syntetického původu (syntetický korund – $4\,000\text{ kg.m}^{-3}$, baryt – $4\,500\text{ kg.m}^{-3}$, magnetit a hematit – až $5\,300\text{ kg.m}^{-3}$). Jako těžká kameniva se mohou rovněž používat ocelové broky, litinová drť nebo odpady z obrábění železa. Těžké kamenivo se používá zejména pro přípravu speciálních těžkých betonů, které slouží jako ochrana proti radioaktivnímu nebo rentgenovému záření, a to zejména v jaderné energetice, výzkumu nebo zdravotnictví. Syntetický korund má, kromě vysoké hustoty, také velmi vysokou tvrdost (stupeň 9 podle Mohsovy stupnice tvrdosti), takže může sloužit jako kamenivo do betonů na mechanicky odolné podlahy nebo vozovky s nízkým ohrusem.

4. velikost zrn

Drobné - kamenivo o velikosti zrna do 4 mm včetně.

Hrubé - kamenivo s velikostí zrna 4 až 125 mm.

U drobného kameniva je možno dále vyčlenit filer (kamennou moučku), což je kamenivo s velkým obsahem (minimálně 70 %) jemných částic pod 0,063 mm. Filer vzniká jako odpadní produkt při úpravě (drcení a třídění) kameniva.

Na základě velikosti zrna je kamenivo tříděno do frakcí. Frakcí se rozumí označení kameniva podle velikosti ok dolního (d) a horního (D) síta. Frakce je tedy množina zrn kameniva, které propadnou horním sítem (horní mez frakce) a zachytí se na spodním sítu (dolní mez frakce). Velikostní rozmezí frakce se zapisuje ve formě d/D. Pokud je poměr otvorů síti D/d větší než 2, potom je těmito síty definována tzv. *široká frakce* (např. 0/4, 4/16, 8/22, 0/32, 0/63). *Úzká frakce* je vymezena síty s poměrem velikosti otvorů menším nebo rovným 2 (např. 0/2, 2/4, 4/8, 8/11, 8/16, 11/22, 16/22, 32/63).

Kamenivo dodávané jako určitá frakce je vždy v daném frakčním rozmezí vytříděno pouze přibližně. Každá frakce tedy obsahuje určitý podíl zrn menších nebo větších než je uvedené frakční rozmezí. Podíl zrn, která jsou menší než d, označujeme jako podsítné, zrna, která jsou větší než D, tvoří nadsítné [2].

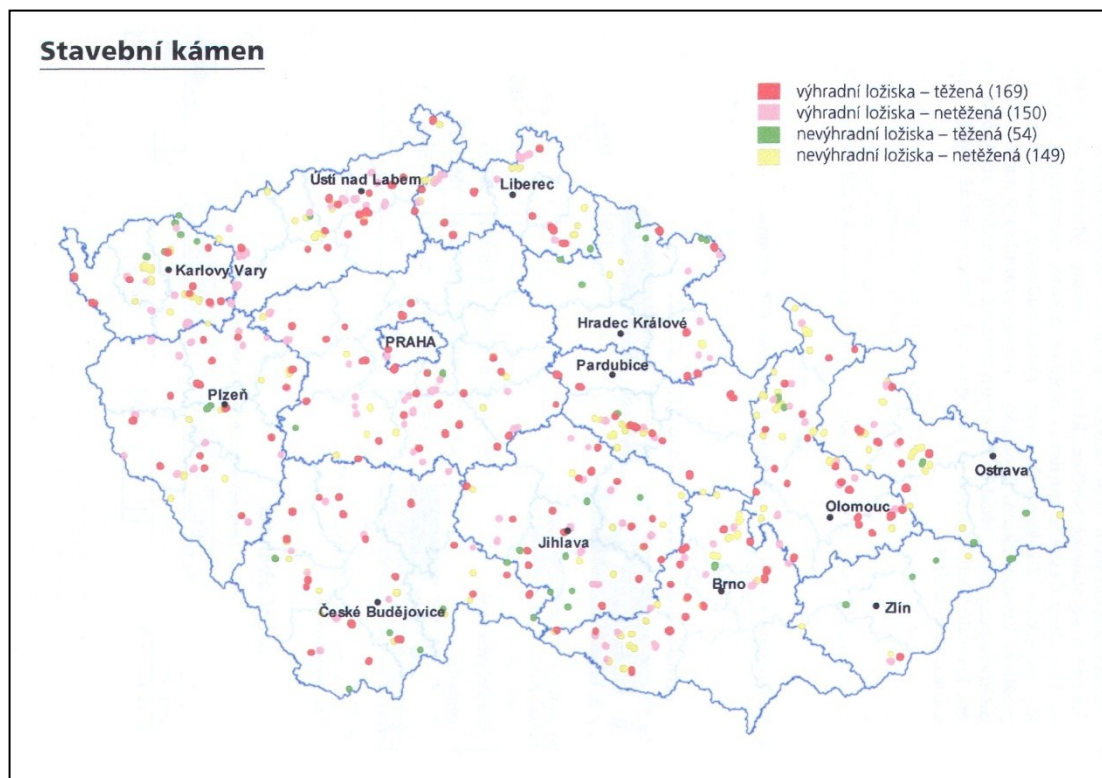
Suroviny pro výrobu:

- jako surovina pro výrobu drceného kameniva slouží všechny pevné magmatické, sedimentární i metamorfované horniny, pokud jejich technologické vlastnosti odpovídají účelu použití.

Tabulka č. 1 - Genetická klasifikace surovin na výrobu kamene a kameniva [10]

Genetický typ	Suroviny pro výrobu kameniva	
Magmatický	Hlubinné	granit, diorit, syenit, gabro, olivínovec
	Žilné	aplit, žilný křemen, pegmatit, porfyr
	Výlevné	andezit, bazalt, diabas, fonolit, ryolit, trachyt
Sedimentární	Klastické	arkóza, brekcie, břidlice, droba, opuka, kaolinit, jílovec
	Chemické	dolomit, vápenec, magnezit
	Organogenní	diatomit, rohovec, vápenec
Metamorfovaný		amfibolit, pyroxen, rula, svor, mramor, kvarcit, skarn

Průmyslově využitelná ložiska drceného kameniva jsou rozšířena na celém území Českého masivu s výjimkou pánevních oblastí. Rozmístění ložisek drceného kameniva na území ČR je patrné z obrázku č. 3.



Obrázek č. 3 - Rozmístění ložisek drceného kameniva na území ČR

Česká ekonomika je prakticky soběstačná v zásobování stavebním kamenem, který je nejrozšířenější surovinou v ČR a zásoby této suroviny jsou odhadovány na cca 6,4 miliardy tun, z toho kolem 420 milionů tun (asi 7 %) tvoří zásoby nebilanční – životnost známých zásob činí asi 240 let [12].

2.2 Geologické údaje ložiska Krásný Les

Většina ložisek kameniva v Libereckém kraji je těžena jámovými a stěnovými lomy, které lze rozdělit podle velikosti jejich dobývacích prostorů do dvou hlavních kategorií – malá (s plochou do 20 ha) a střední až velká (20 až 50 ha). Toto rozdělení v hrubých rysech koresponduje s výší průměrné těžby, objemem výroby a tím i velikostí výsledné zátěže na životní prostředí.

Mezi tato naleziště surovin patří již zmiňované ložisko nevyhrazeného nerostu Krásný Les u Frýdlantu, které se nachází na vyvýšenině (kóta 420 m n. m. Mokrý vrch) vlevo od silnice vedoucí z Frýdlantu v Čechách přes obec Krásný Les do Dolní Řasnice (obr. č. 4). V blízkosti silnice vede železniční trať 039 z Frýdlantu do Jindřichovic pod Smrkem. Obcí protéká říčka Řasnice odvodňující čedičový příkrov lokality Krásný Les [5].



Obrázek č. 4 - Kamenolom Krásný Les u Frýdlantu

Těžba na ložisku je uvažována od roku 1957, kdy byly provedeny průzkumné práce a geologické mapování kolektivem geologického ústavu stavební fakulty Vysoké školy železniční, jehož úkolem bylo vyšetřit možnosti další těžby v opuštěném čedičovém lomu (obr. č. 5). Na základě těchto aktivit bylo doloženo, že území zaujímal morfologicky význačné návrší na pravém břehu říčky Řasnice nad střední částí obce Krásný Les. Plochý svah tvořily čedičové tufy, vrchol olivinický čedič.



Obrázek č. 5 - Letecký pohled na čedičový lom Krásný les

Ve studované oblasti třetihorní vulkanické horniny představují roztroušená izolovaná tělesa. Převládají výlevy čedičů, méně časté jsou výlevy znělců. Nejvíce čedičů se nachází přímo u Frýdlantu v Čechách, kde lze rozlišit několik samostatných příkrovů a proudů. Jako zajímavost lze uvést, že na jednom z nich je vybudován zámek Frýdlant, známá historická památka zdejšího regionu. Ostatní výskyty, k nimž patří i zkoumaný čedičový útvar v Krásném Lese, jsou jen denudované zbytky malých výlevů, někdy již jen přírodní dráhy, kde jsou čediče doprovázeny tufy a aglomeráty.

Samotné ložisko je formováno olivinickým čedičem tvořícím těleso skládající vrchol původního návrší a pokračující severním směrem plochým hřbetem k dalšímu pahorku. Příkrov bazaltoidu má délku kolem 800 m a šířku 400 až 500 m. Čedičová hornina má po stránce fyzikálně-mechanické i technologické velmi variabilní vlastnosti. Druhotnými přeměnami při zvětrávání došlo k poškození suroviny kuličkovým rozpadem, tzv. Sonnenbrand. Čediče na ložisku mají balvanovitou, deskovitou a v nejhodnotnější části výlevu sloupcovitou odlučnost [7].

2.3 Soudobý stav dobývání

Současná těžba vychází z geologického průzkumu ukončeného v roce 1983, jeho zpracovatelem byla Geoindustria Praha, závod Dubí, která využila poznatky a výsledky předchozích průzkumů. V nynější době se provádí vyhodnocování stavby ložiska těžebními pracemi a sondami v předpolí lomu.

Lomový provoz probíhá na ložisku, pro které byl stanoven DP Krásný Les Ministerstvem dopravy a spojů zn. 33.732/60 z 13. 12. 1960. Celý DP se nachází na katastrálním území Krásný Les a jeho hranice jsou vymezeny pětiúhelníkem.

Těžba na ložisku probíhá ve třech etážích: E1 – 385 m n. m.; E2 – 378 m n. m.; E3 – 363 m n. m. (obr. č. 6). V západní části lomu se postupuje severním směrem, v dalších letech by těžba měla být udržena tímto směrem a rozšířena za hranici DP. Kvalita suroviny ovlivňující způsob těžby má za následek, že v současné době je těžební prostor velmi zúžen a samotné dobývání lze orientovat pouze do dvou pracovišť. Způsob těžby není možné měnit a bude zachován po celou dobu exploatace v DP. K rozšíření těžebního prostoru by mělo dojít podle geologického průzkumu až za poruchovým pásmem, kdy se předpokládá podstatné zlepšení kvality suroviny [5].



Obrázek č. 6 - Těžební práce v kamenolomu Krásný Les

Na kamenolomu Krásný Les jsou prováděny trhací práce velkého rozsahu dle zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb., o používání výbušnin, ve znění pozdějších předpisů. Zohledňovány jsou vlivy trhacích prací na okolí a jejich minimalizace. V současnosti je tato činnost prováděna dodavatelským způsobem a práce jsou realizovány pod vedením TVO pomocí vrtných souprav dle předepsaných technologických postupů s přihlédnutím na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, bezpečnost provozu i ochrany objektů.

Dobývací metodou v předmětném území jsou tedy trhací práce spojené s následnou nakládkou rozvalu a poté odvoz materiálu na technologické zpracování.

Rubanina je z rozvalu nakládána rýpadlem Liebherr 974 na nákladní automobil Belaz o objemu korby 10 m³. Obsah lopaty 4 m³ limituje dobu nakládky na 5 minut a stejnou dobu trvá i převoz suroviny ke stacionární technologické lince. Při návštěvě kamenolomu bylo nakládání těživa prováděno náhradním lopatovým rýpadlem, jak je patrné z obrázku č. 6, neboť původní stroj byl odstaven a byla na něm prováděna repase motoru (obr. č. 7). Podle sdělení vedoucího lomu je výkon tohoto stroje dostatečný, ale vzhledem k jeho velké poruchovosti, vyplývající i z jeho stáří, bude provedeno nahrazení jiným strojem, což je i součástí jedné z variant uvažovaného řešení zadaného úkolu v rámci diplomové práce.



Obrázek č. 7 - Lopatové rýpadlo Liebherr 974 Litronic

Další těžební aktivity budou probíhat na území určeném pro dobývání kamene činností prováděnou hornickým způsobem – nevýhradní ložisko. Plocha vymezená pro rozšíření dobývacích prací se nachází severně od hranice uvedeného dobývacího prostoru na parcelních číslech katastru nemovitostí 1043/8, 1043/10, 1043/11, 1071/6, 1079/14, 1114/13, 1114/14, 2320/14 a 2320/15 náležících pod k. ú. Krásný Les u Frýdlantu a je dána hranicemi těchto pozemků. Tato část ložiska je tvořena dvěma příkrovy. Spodní těleso je od podloží, vytvořeného jizerskou ortalou, oddělen polohou tufů a ověřená mocnost se pohybuje kolem 12 m. Mezipolohu představuje souvislá vrstva brekcí, tufitů a jílovců. Mocnost svrchního příkrovu se pohybuje okolo 40 m a k severu klesá vzhledem ke stoupajícímu podloží. Těleso, jež je hlavním předmětem zájmu v souvislosti s rozšiřováním těžebních aktivit, má proměnnou skladbu a petrograficky jeho složení kolísá mezi olivínovým nefelinitem, bazanitickým nefelinitem, bazaltickým analcimo – nefelinitem a bazaltickým nefelino – analcimitem. Celý spodní příkrov je tvořen bazaltem [6].

Surovina je i v této části ložiska značnou měrou postížena charakteristickým kuličkovým rozpadem, často doprovázeným sítí drobných prasklinek. Jakost horniny je vlivem tohoto jevu značně proměnlivá, což výrazně znehodnocuje její další uplatnění na trhu. Zvětrávání kůry podmiňuje kulovitý rozpad horniny (obr. č. 8).



Obrázek č. 8 - Čedičový blok porušený kuličkovým rozpadem

Hydrogeologické poměry ložiska jsou díky jeho poloze jednoduché. Naleziště suroviny se nachází vysoko nad místní erozivní základnou. Omezené přítoky do těžebny, tvořené srážkovými vodami, jsou odváděny samospádem.

Střety zájmů dle § 33, zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů, jsou vyřešeny a všechny pozemky jsou majetkem lomu.

V současné době probíhá sejmutí lomové skrývky v místech budoucího rozšíření těžby, tj. severně u hranice DP (obr. č. 9). Deponovanou vrstvu představují dle geologického průzkumu hlinito-kamenité sutě s čedičovými balvany o průměru až 1 m ležící na bazaltovém příkrovu. Překryv této vrstvy tvoří hlíny a výjimečně i hlíny písčité. V několika místech bylo zaznamenáno nahromadění balvanů tvořících malá čedičová moře, což musí být bráno v úvahu při volbě vhodné technologie.

Na základě územního rozhodnutí bude provedeno selektivní skrytí kulturních vrstev i z plochy určené pro dobývání kamene činností prováděnou hornickým způsobem a to organizací používanou a praxí ověřenou povrchovou strojní metodou. Rozpojování nadloží se provede rypnou silou povrchového těžebního stroje (pásové rýpadlo, kolový nakladač, dozer), kdy skrývka nadloží bude realizována ve směru dobývání v dostatečném předstihu.



Obrázek č. 9 - Snímání skrývky v předpolí lomu

Skrývkové zeminy z nadloží budou deponovány na východní straně lomu a po vytvoření dostatečného předstihu se zřídí ve vytěženém prostoru vnitřní výsypka. Zeminy budou na odval a výsypku ukládány ve vrstvách, závěrný svah se vytvaruje v průběhu ukládání zemin [6].

Dobývání ložiska bude pokračovat ze stávajícího jámového lomu v DP a plynule přejde do nevýhradního ložiska Krásný Les. V časovém horizontu cca 10 – 15 let bude souběžně probíhat hornická činnost v DP a činnost prováděná hornickým způsobem v prostoru nevýhradního ložiska, kdy bude vytěženo cca 270 000 m³ zásob, které by jinak zůstaly vázány v závěrném svahu lomu. Hlavní směr postupu při rozšiřování těžebních aktivit bude probíhat severním a částečně severovýchodním směrem ve čtyřech pracovních řezech.

Při těžbě za hranicí dobývacího prostoru je navrženo zachování používané a osvědčené dobývací metody, tzn. že primární rozpojování horniny bude prováděno trhacími pracemi velkého rozsahu, kdy tyto práce, stejně jako v době přítomné, budou zajišťovány dodavatelským způsobem na základě uzavřených smluv. Bude-li po provedení clonových odstřelů nutné sekundární rozpojování nadměrných částí rozvalu, provede se mechanicky, například impaktorem nebo těžebním strojem (obr. č. 10).



Obrázek č. 10 - Příprava clonového odstřelu

2.3.1 Stav zásob na území rozšířené těžby

Výpočet zásob, provedený na základě geologického průzkumu (u hornické činnosti) nebo kvalifikovaného odhadu (u činnosti prováděné hornickým způsobem) v severním předpolí DP, byl vypracován metodou geologických bloků č. 1P, č. 2P a č. 3V (sever a jih) a výsledky výpočtu jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 - Výsledky výpočtu stavu zásob v severním předpolí DP

Číslo bloků	Plocha bloku [m ²]	Mocnost skr.+výkl. [m]	Mocnost suroviny		Objem skr.+výkl. [m ³]	Objem suroviny	
			bilanční [m]	nebilanční [m]		bilanční [m ³]	nebilanční [m ³]
1P	1 054,5	1,30	41,30	-	1 371	43 551	-
2P	84 421,5	2,46	38,79	0,68	207 670	3 274 340	57 167
3V S	16 488,5	3,20	25,50	3,68	49 744	420 388	60 661
3V J	5 086,5	3,02	36,16	11,70	16 276	183 929	59 512
Celk.	107 051,0	2,52	36,64	1,66	270 061	3 922 208	177 340

Dobývání nevýhradního ložiska bude prováděno na celém bloku č. 1P a na části bloku č. 2P o výměře 64 230 m². Výpočet stavu zásob využívání ložiska Krásný Les je v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 - Výpočet stavu zásob v severním předpolí DP

Číslo bloků	Plocha bloku [m ²]	Mocnost skr.+výkl. [m]	Mocnost suroviny		Objem skr.+výkl. [m ³]	Objem suroviny	
			bilanční [m]	nebilanční [m]		bilanční [m ³]	nebilanční [m ³]
1P	1 054,5	1,30	41,30	-	1 371	43 551	-
2P	64 230,0	2,46	38,79	0,68	158 006	2 491 482	43 676
Celk.	65 284,5	2,44	38,83	0,67	159 377	2 535 033	43 676

Na ploše dotčené Plánem využívání ložiska Krásný Les, blocích zásob 1P a části bloku 2P o celkové výměře 65 284,5 m² se nachází 159 377 m³ skrývek a výklizu, 2 535 033 m³ bilančních a 43 676 m³ nebilančních geologických zásob, tj. cca 6 445 000 t suroviny [6].

Vzhledem k uváděnému množství surovinové základny lze i v budoucnu vyhovět poptávce po stavebních surovinách a proto se s předstihem musí provést potřebné kroky, aby zájem potenciálních zákazníků byl uspokojen.

2.4 Doprava suroviny v lomu

Ze silnice III/2911, vedoucí obcí Krásný Les, je kamenolom zpřístupněn asfaltovou vozovkou směřující do dobývacího prostoru kolem technologické linky (obr. č. 11).



Obrázek č. 11 - Odběr suroviny z technologické linky

U vjezdu je umístěna silniční mostová váha se samostatným nájezdem (obr. č. 12), kde se kontroluje a eviduje množství odebírané suroviny (lomový kámen nebo finální výrobky technologické linky).



Obrázek č. 12 - Mostová váha

Doprava skrývkových zemin kuložení je prováděna po dopravních cestách s předepsaným značením dle příslušných norem a vyhlášek. Přesun těživa k technologické lince je uskutečňován nákladním sklápěcím vozidlem Belaz o nosnosti 30 tun (obr. č. 13). Odborně jsou vozidla tohoto typu označována dampry (odvozeno od tvaru korby). K jejich ovládání není potřeba řidičský průkaz, ale průkaz strojnický a příslušné školení. Proto je obsluhující pracovník nazýván strojník.

Sledována je správná tonáž nakládky a její rozložení, aby nedocházelo k přetěžování a úsypům na lomových dopravních cestách. Způsob dopravy v lomu je upraven dopravním řádem tak, jak to vyžadují báňské předpisy řešící podmínky bezpečnosti při dopravě (např. stanovení maximální dopravní rychlosti, maximální dovolené stoupání a zakřivení vozovek, dovolené zatížení vozidel, jízda za snížené viditelnosti, návěstí, nástupní a výstupní stanoviště při dopravě osob).



Obrázek č. 13 - Přeprava suroviny k technologické lince

Doprava suroviny v technologické lince je prováděna systémem skluzů a dopravních pásů. Hotové výrobky jsou deponovány na zemní skládky nebo do zásobníků, odkud jsou dále expedovány pomocí silničních nákladních automobilů. Obsáhlejší popis úpravy suroviny bude proveden v následující kapitole.

3. Rešerše současného stavu úpravárenské technologické linky a výsledných produktů po úpravě

Vlastní podstata úpravy nerostných surovin spočívá v tom, že hornickými způsoby získané nerostné suroviny neodpovídají zpravidla svým zrnitostním, mineralogickým a chemickým složením, technickým a ekonomickým požadavkům spotřebitelů na další zužitkování a musí se nejprve upravit. Proto je cílem úpravnických operací zvýšit užitnou hodnotu nerostných surovin změnou jejich fyzikálních vlastností, popřípadě i chemického složení. Při úpravě je užitková složka oddělována od bezcenných (balastních) nebo škodlivých příměsí a koncentrována v úpravnickém produktu. Úprava užitkových nerostů má v procesu dobývání a využití nerostů důležitou úlohu a získané produkty zajišťují svým zrnitostním a hmotnostním složením hospodárné zpracování užitkového nerostu [11].

Celý proces přeměny nerostné suroviny ve výsledný produkt je prováděn v následujících etapách úpravy:

- příprava suroviny,
- těžba suroviny,
- doprava suroviny,
- drcení,
- třídění.

3.1 Technologický postup úpravy kameniva v kamenolomu Krásný Les

Ve stávající stacionární technologické lince je zpracovávána čedičová hornina. Rubanina o maximální kusovitosti 900 x 500 mm je k násypce mechanického podavače dopravována nákladními sklápěcími automobily. Podavačem je materiál sesouván na vibrační odhliňovač, kde dochází k odtržení zahliněného odpadu 0 - 22 mm až 45 mm. Hliněné součásti – propad z odhliňovače, jsou odváděny dopravníkem na volnou skládku odvalu 0 - 22 mm. Nadsítný materiál z vibračního odhliňovače padá do čelistového drtiče – *primární stupeň drcení* a po zdrobnění je odváděn pásovými dopravníky do kuželového drtiče – *sekundární stupeň drcení*. Dále je produkt odváděn dopravními pásy na hrubotřídič HT 1500 x 4000 – síto 32 x 32 a 8 x 8. Z nadsítné plochy je frakce 32 - 63 mm usměrněna kalhotovým skluzem na mobilní dopravní pás a dopravena na zemní skládku. Zapnutím klapky skluzu je možné tuto frakci usměrnit na další dopravní pás a společně s mezisítným produktem frakcí 8 - 32 mm dopravit do mezizásobníku. Podsítný produkt ve frakci

0 - 8 mm je pomocí mobilního dopravního pásu uložen na volnou zemní skládku. Z mezizásobníku je materiál dopravním pásem s měnitelnou rychlostí dopraven do kuželového granulátoru – *terciární stupeň drcení*. Produkt granulátoru je transportován dopravními pásy do vibračního třídíče VZN 1500 x 4000 – síto 22 x 22 a 16 x 16. Nadsítné horní třídící plochy ve frakci nad 22 mm je skluzem svedeno na dopravní pás a dále pak do mezizásobníku ke zpětnému drcení na kuželový granulátor. Nadsítné spodní třídící plochy, frakce 22 - 16 mm, je vedeno na reverzní pás, kterým je materiál usměrněn na další dopravní pás a tímto přepraven do expedičního zásobníku. Při opačném chodu reverzního pásu je frakce 22 - 16 mm směřována na dopravní pás a přemístěna k zpětnému drcení. Podsítné třídíče, frakce 0 - 16 mm, je dopravním pásem vedeno na vibrační třídíč VTN 1500 x 4000 k finálnímu třídění a odtud do tří zásobníků o obsahu 25 m³. Nadsítné horní třídící plochy, frakce 8 - 16 mm, je svedeno krátkým dopravním pásem do expedičního zásobníku. Nadsítné spodní třídící plochy, frakce 4 - 8 mm, je umístěno do zásobníku skluzem (obr. č. 14).



Obrázek č. 14 - Část technologické linky

Expedice hotových výrobků se provádí tak, že jednotlivé frakce kameniva se vypouští ze zásobníků pomocí segmentových uzávěrů s hydraulickým ovládáním do silničních vozidel. Frakce 0 - 22, 0 - 8, 32 - 63 mm, které jsou deponované na zemních skládkách, jsou nakládány kolovými nakladači do silničních dopravních prostředků.

Přehlednost a plošná rozlehlost úpravny umožňuje svedení ovládání do velínu, který se nachází v prostoru u primárního drtiče. Veškeré strojní zařízení, kromě drtičů, je ovládáno centrálně a kromě toho lze každý stroj ovládat lokálně z deblokační skříně umístěné u každého zařízení. Před spuštěním úpravárenského zařízení musí být aktivováno odsávací zařízení. Uvedení zařízení do chodu předchází výstražná signalizace, světelná i zvuková. Spouštění jednotlivých zařízení v technologické lince se musí provádět proti toku materiálu, vypínání ve směru toku. Plynulý chod zajišťuje systém blokovacích zařízení. Navážka těživa do násypky mechanického podavače se řídí světelnou signalizací (obr. č. 15).



Obrázek č. 15 - Světelná signalizace

Veškeré činnosti v úpravně kameniva jsou prováděny s ohledem na zásady BOZP vycházejících ze Zákoníku práce a zejména vyhlášky ČBÚ č. 51/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při úpravě a zušlechťování nerostů, ve znění pozdějších předpisů. Podle charakteru pracovní činnosti v návaznosti na ustanovení vyhlášky č. 204/1994 Sb., kterou se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků a dle nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, musí být v maximální míře technickými způsoby ovlivňovány negativní dopady výroby na pracovníky. Na rizika, která nelze technickým způsobem eliminovat, musí být pracovníci prokazatelně upozorněni a vybaveni příslušnými osobními ochrannými pracovními prostředky (pracovní rukavice, chrániče sluchu, respirátory, pracovní obuv, přilby), jejichž používání je povinné [14]. Při návštěvě provozovny jsem měl možnost se přesvědčit, že všechna ustanovení jsou respektována a dodržována.

Kvalita vyráběných produktů je sledována pomocí pravidelných zkoušek odebraných vzorků kameniva, aby byly zaručeny kvalitativní parametry (zrnitost, tvar zrna apod.) a tím uspokojeny rostoucí požadavky na přesnost třídění, rozsah frakcí a uplatnění finálních výrobků na trhu.

3.2 Přehled výsledných produktů po úpravě

V přírodě se jen ve velmi malé míře vyskytují ložiska užitkových nerostů v takové podobě a kvalitě, aby mohly být efektivně využity bez předběžné úpravy. Proto je nutno vyhovět požadavkům spotřebitelů a surovinu technologicky modifikovat tak, aby vyhovovala velikostí zrna případně zrnitostnímu složení, tzn. drtit a třídit. Cílem je úprava konečné velikosti produktu podle potřeb odběratele, která je omezena normami i výrobními možnostmi úpravnického zařízení.

Tabulka č. 4 - Produkty kamenolomu Krásný Les

Frakce d - D mm	ČSN EN (třída)
0 / 4	13043 (B), 13242 (C)
4 / 8	12620 (B), 13043 (B), 13242 (C)
8 / 16	12620 (B), 13043 (B), 13242 (C)
11 / 22	12620 (B), 13043 (B), 13242 (C)
32 / 63	12620 (B), 13242 (C)
0 / 63	13242 (C)
0 / 32	13242 (C)
lomový kámen	záhozový
lomový kámen	netříděný
lomový kámen	tříděný
0 / 8	kamenivo mimo normu
0 / 22	kamenivo mimo normu
0 / 32	kamenivo mimo normu
0 / 63	kamenivo mimo normu
<i>Při jednorázovém odběru nad 1 500 t lze vyrobit tyto frakce na přání zákazníka:</i>	
63 / 125	kamenivo mimo normu
11 / 32	kamenivo mimo normu

Úpravna kameniva má certifikovaný systém jakosti dle ČSN EN ISO 9001:2001 a výroba úpravnické linky je zastoupena finálními výrobky uvedenými v tabulce č. 4.

Vyrobený produkt, tj. kamenivo, se využívá ve stavebnictví k výrobě betonu, malt, při stavbě a údržbě silnic, železnic a pro mnoho dalších účelů. Upotřebení materiálu pro konkrétní použití stanovuje i požadavky, které jsou na něj kladeny.

Při uvedení výrobku na trh musí výrobce doložit splnění právních požadavků a vydat na výrobek ES prohlášení o shodě, výrobek označit značkou shody CE a provést tzv. počáteční zkoušku typu výrobku. Tyto podmínky na kamenolomu Krásný Les byly splněny a doklady, které se poskytují na vyžádání zákazníkovi, mohou být kdykoli předloženy (příloha č. 4).

Pro stavební výrobky není rozhodující jen možnost jejich uvedení na trh, ale i možnost výrobky zabudovat do staveb a pro použití stavebních výrobků je nutné dbát zejména Stavebního zákona č. 183/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Neexistuje jedna univerzální norma pro kamenivo, jeho zkoušení a použití, ale několik norem pro kamenivo podle účelu použití. Jednotlivé evropské normy nejsou navzájem sladěny, některá ustanovení jsou dokonce v rozporu, např. definice rozdílu mezi hrubým a drobným kamenivem. EN jsou univerzální a definice je vždy třeba vztahovat ke konkrétní normě, kde jsou uvedeny jen seznamy požadavků, vyjádřené pomocí kategorií a nestanovují, pro jaký účel použití je která kategorie vhodná. Jsou nabídkou různých alternativ, z nichž je možné volit ty, které jsou v daných podmínkách země a regionu nejvhodnější. Od 1. 6. 2004 jsou v ČR v platnosti normy pro používání kameniva a za přínosné považují jejich uvedení v dalším textu.

3.2.1 Normy ČSN EN určující použití kameniva

Uvedením výrobku na trh a jeho nabídnutím k prodeji výrobce deklaruje, že výrobek prošel určitým systémem kontrol a ve výsledku je bezpečný a splňuje všechny předepsané požadavky na něj stanovené. K tomuto účelu slouží normy, ze kterých také vyplývá, že za škody způsobené vadným výrobkem odpovídá zásadně výrobce a proto je i prokázání shody jeho základní povinností.

V ČR platí od 1. 9. 1997 zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů a k němu se vztahující příslušná nařízení vlády, ze kterých vyplývají i povinnosti výrobce, které jsou tedy ze zákona vymahatelnými. Plnění těchto povinností kontrolují orgány provádějící dozor nad trhem (Česká obchodní inspekce) a možné sankce při porušování či neplnění uvedených povinností mohou

dosahovat milionových částek. Certifikace jednotlivých výrobků může být nahrazena certifikací systému řízení výroby tak, jak je tomu v předmětném kamenolomu.

V oblasti výroby kameniva pro stavební účely jsou požadavky na výrobky konkretizovány v následujících normách, které nahradily dříve platné ČSN 72 1510 - 12:

- ◆ ČSN EN 13043 – Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy vozovek pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch;
- ◆ ČSN EN 12620 – Kamenivo do betonu;
- ◆ ČSN EN 13242 – Kamenivo nestmelené a stmelené hydraulickým pojivem pro inženýrské stavby a vozovky;
- ◆ ČSN EN 13139 – Kamenivo pro malty;
- ◆ ČSN EN 13450 – Kamenivo pro kolejové lože;
- ◆ ČSN EN 13383-1 – Kámen pro vodní stavby;
- ◆ ČSN EN 13055-1 – Pórovité kamenivo, Část 1: Pórovité kamenivo do betonu, malty a injektážní malty;
- ◆ ČSN EN 13055-2 – Pórovité kamenivo, Část 2: Pórovité kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy a pro stmelené a nestmelené aplikace [18].

Z tabulky č. 4 vyplývá, že pro výrobu finálního výrobku v kamenolomu Krásný Les jsou využity tyto normy:

ČSN EN 12620 (EN 12620:2002)

Kamenivo do betonu.

Tato evropská norma určuje vlastnosti kameniva a fileru jako kameniva získaného úpravou přírodního, umělého nebo recyklovaného materiálu a směsí těchto kameniv pro použití do betonu.

Tato norma se nezabývá filerem, který se používá jako složka cementu nebo jako aktivní příměs, ale jen jako inertní filer, kamenivo do betonu.

Norma stanovuje názvosloví, požadavky na vlastnosti kameniva, způsob zkoušení a vymezuje kategorie, podle kterých je nutno deklarovat vlastnosti kameniva s ohledem na konkrétní použití. Kamenivo vyráběné a uváděné na trh podle této normy se dá použít do betonů s vysokými nároky na vlastnosti – vysokopevnostní beton, předpjatý beton, cementobetonové kryty, beton vystavený vyšším nárokům vlivu prostředí, stejně jako pro betony s běžnými nároky na vlastnosti konstrukčních betonů nebo s minimálními nároky na vlastnosti betonu.

ČSN EN 13043 (EN 13043:2002)

Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy vozovek pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch.

Tato evropská norma stanovuje vlastnosti kameniva a fileru získaného zpracováním přírodních, umělých nebo recyklovaných materiálů pro použití v asfaltových směsích a povrchových vrstvách pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch.

Předmětem této normy není použití vybouraných asfaltových směsí.

Norma se týká použití kameniva do asfaltových směsí, přírodního i recyklovaného, drceného i těžného, drobného i hrubého kameniva či směsi kameniva do velikosti zrna 45 mm (tj. např. frakce 0/4, 2/4, 4/8, 8/11, 8/16, 11/22, 16/22 a 16/32 atd.).

Na ČSN EN 13043 se ve svých člancích odvolávají normy specifikací asfaltových směsí (EN řada 10308). Touto normou se s účinností od 1. 6. 2004 částečně nahrazuje ČSN 72 1510 a ČSN 72 1511 a ČSN 72 1512 v rozsahu uvedeném v národní předmluvě:

ČSN 72 1510 - Kamenivo pro stavební účely. Názvosloví a klasifikace (definice pro asfaltové směsi);

ČSN 72 1511 - Kamenivo pro stavební účely. Základní ustanovení (přehled frakcí, průkazní zkoušky, kontrolní výrobní zkoušky a dokumentace, dodávání, skladování, doprava-řízení výroby);

ČSN 72 1512 - Kamenivo pro stavební účely. Technické podmínky (konečné použití kameniva).

ČSN EN 13242 (EN 13242:2002)

Kamenivo nestmelené a stmelené hydraulickým pojivem pro inženýrské stavby a silnice.

Tato evropská norma určuje vlastnosti kameniva získaného zpracováním přírodního, umělého nebo recyklovaného materiálu pro směsi stmelené hydraulickým pojivem nebo nestmelené pro inženýrské stavby a silnice.

Norma vymezuje kamenivo do směsí pro nestmelené podkladní vrstvy a směsi pro nestmelené ochranné vrstvy a dále pro směsi stmelené hydraulickým pojivem (např. cementem, pomalu tuhoucím pojivem – práškové pojivo s hydraulickými vlastnostmi, nebo vrstva z čerstvého betonu ztuhnutá válcováním, vibrací atd.). Používá se kamenivo do velikosti zrna 63 mm [18].

4. Návrh na rekonstrukci úpravnické linky za účelem zlepšení kvality a ekonomických ukazatelů

Složení stacionárních úpravárenských zařízení na většině výroben se liší jen v malé míře. Primární drcení obstarávají převážně čelistové drtiče doplněné odhliňovacími třídiči. Další stupně drcení pak probíhají v kuželových drtičích, pouze pro dosažení lepšího tvaru drcených zrn jsou některé linky doplněné o odrazové drtiče různých typů. Tato základní sestava strojů zůstává prakticky všude stejná a na rostoucí požadavky drtí musí tedy reagovat i kvalitativní vývoj drtící techniky. Snahou výrobců je produkovat a nabízet kvalitnější, dokonalejší a výkonnější drtící zařízení včetně příslušenství. Zejména kuželové drtiče dosáhly takových parametrů, že mohou plně nahradit i drtiče odrazové.

Při modernizaci technologických linek se dnes uplatňují zahraniční dodavatelé a z českých výrobců pouze ti, kteří se dokázali přizpůsobit měnícím se požadavkům trhu a nárokům kladeným v současné době na tyto stroje a zařízení.

Trendem posledních let je i výroba strojů, které přesunují úpravnické technologie z velkých úpravnických komplexů do lomů k těžební stěně. Jsou to mobilní a semimobilní zařízení zabezpečující požadovaný výstup uvnitř těžebny. Výhody, které přináší, dávají vývojářům, výrobcům i prodejčům této techniky jistotu, že prospěšnost tohoto konceptu je nezpochybnitelná.

4.1 Drtící zařízení a vývojové směry

Vývoj úpravárenské techniky je směřován k mobilnímu a semimobilnímu provedení strojů, které nahrazují pevné technologické linky. Jejich výhodou jsou především nenáročná, rychlá instalace strojů a zařízení, rychlé uvedení do provozu a je-li nutnost, pak i jednoduchá demontáž a následná přeprava na místo určení. V semimobilních a mobilních jednotkách jsou zabudovány většinou klasické úpravárenské stroje, pouze u drtičů s vyšší hmotností jsou využívány vylehčené komponenty. Konstrukční provedení umožňuje i jednoduchý přístup ke klíčovému částem stroje a zanedbatelné není ani to, že pro instalaci se nevyžadují žádné stavební úpravy. Všechna zařízení jsou pro výstupní materiály přizpůsobena tak, že umožňují jejich transport pomocí pásových dopravníků. V závislosti na sestavení hlavních strojů můžeme tato technická zařízení rozdělit na drtící, třídící a podávací. Jejich kombinací lze vytvořit technologické linky s výkonem, který odpovídá požadavkům jednotlivých odběratelů.

Z hlediska vývoje lze předpokládat směřování výrobců k výrobě kompaktních strojů obsahujících drtící i třídící jednotku. Velkou výhodou těchto strojů je obrovská univerzálnost, nižší provozní i pořizovací náklady. Reverzace v toku zpracovávaného materiálu umožňuje možnost propojení podsítné složky z vibračního podavače, umístěného před drtičem, s materiálem vycházejícím z drtiče.

Lze soudit, že předmětem zájmu výrobců budou opatření vedoucí ke snižování hluku, prašnosti a emisních hodnot v důsledku zvyšujících se ekologických požadavků. Další možností, jak zvýšit užitnou hodnotu a prodloužení životnosti, je využití nových materiálů na drtící elementy mající malé opotřebení. V neposlední řadě půjde i o snahu snižovat pořizovací ceny drtících jednotek a zvyšovat kvalitu poskytovaného servisu [13].

4.1.1 Mobilní technika

Tímto názvem jsou označována zařízení, mající vlastní podvozek umožňující samostatné přemísťování na pracovní místo bez potřeby jiného pomocného dopravního prostředku. Zmiňovaný podvozek je nespornou výhodou, která se stále více prosazuje v lomových provozech. Nabízí velkou flexibilitu poskytující přizpůsobení pracovního procesu okamžité situaci a právě vzniklým podmínkám (obr. č. 16).



Obrázek č. 16 - Mobilní drtící jednotka MCU 7UC – 2C [17]

Typy mobilních zařízení

Podle druhu použitého podvozku rozlišujeme zařízení:

1. Na kolovém podvozku

- nejčastěji v provedení jako návěs, tj. se zadními kolovými nápravami a předním typizovaným čepem,
- jednoduchá přeprava pomocí tažného vozidla,
- snadná instalace i demontáž,
- osazeny čelistovými, kuželovými nebo odrazovými drtiči.

2. Na pásovém podvozku

- přeprava na větší vzdálenosti pomocí speciálních automobilových přepravníků (podvalník),
- pohyb na malé vzdálenosti samostatně po pásech,
- osazeny čelistovými nebo odrazovými drtiči.

4.1.2 Semimobilní technika

Tímto názvem označujeme zařízení vybavené ližinami umožňujícími přemístění na krátkou vzdálenost pomocí tažného prostředku (nákladní automobil). Mohou být osazeny čelistovými, kuželovými nebo odrazovými drtiči a třídiči (obr. č. 17).

Typy semimobilních zařízení

Rozdělení lze provést následovně:

1. Klasické

- přeprava silniční, pomocí nákladních vozidel nebo po železnici,
- konstrukce je přizpůsobena druhu přepravy (šířka, výška).

2. Samozdvížené

- jednotka má vlastní výsuvné nebo odklápěcí hydraulické podpěry sloužící ke zvednutí celého zařízení nad dopravní prostředek,
- po přepravě na dané pracoviště je zařízení spuštěno na ližiny a dopraveno na místo určení,
- konstrukční řešení využívané u složitějších a nákladnějších zařízení.

3. Kontejnerové

- jednotka je opatřena ližinami zakončenými opěrným válcem a normalizovaným závěsem,
- přeprava (naložení a složení) zařízení se provádí nákladním automobilem vybaveným patřičným zdvihacím hydraulickým zařízením [13].



Obrázek č. 17 - Semimobilní drtící jednotka SCU HCC9 [17]

4.1.3 Klasické úpravnické stroje

Souhrn všech procesů, kterým je zušlechťována vytěžená surovina do technologicky využitelné formy, nebo odbytu schopného produktu, se nazývá úprava. Cílem úpravárenských procesů nerostných surovin je zlepšení jejich kvalitativních znaků významných pro zpracovatele a jedná se hlavně o:

- ◆ absolutní velikost částic a zastoupení jednotlivých frakcí v tuhé surovině,
- ◆ maximální koncentraci žádané složky v surovině,
- ◆ maximální obsah znečišťujících látek nebo látek komplikujících zpracovatelnost suroviny [10].

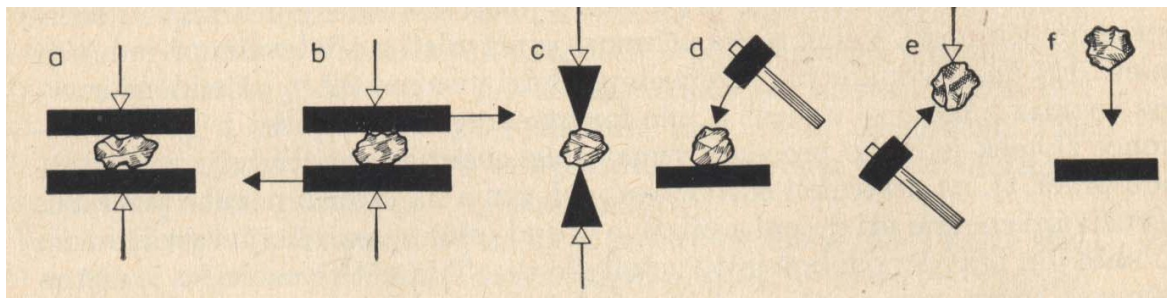
Jsou to tedy činnosti, při kterých se obvykle upotřebí podavače, drtiče, třídíče a dopravníky. Tyto stroje a zařízení mají uplatnění jak v pohyblivých, tak pevných technologických linkách.

Vývojové trendy vedou k technickým opatřením výrobců klasických úpravnických strojů, kteří reagují na zvyšující se nároky na parametry strojů a zařízení, dodací lhůty, servisní zajištění. Cílem prováděných kvalitativních úprav je snížení provozních nákladů, pokles energetické náročnosti výroby včetně omezení dopadu technologického provozu na životní prostředí a zvýšení efektivity celého procesu.

Drcení nerostných surovin se provádí pomocí drtičů a podle požadavků, které ovlivňují tento proces, můžeme drtiče rozdělit:

1. *Podle působení drtící síly:* (obr. č. 18)

- ◆ drtiče statické – působící tlakem s pohybem přímočarým nebo krouživým,
- ◆ drtiče dynamické – působící nárazem, odrazem nebo kombinovaně.



Obrázek č. 18 - Znázornění silového působení při drcení

2. *Podle druhu a konstrukčního provedení:*

- | | |
|----------------------|---------------------|
| a) drtiče čelistové, | d) drtiče odrazové, |
| b) drtiče kuželové, | e) drtiče válcové, |
| c) drtiče kladivové, | f) drtiče metací. |

Jedním z hlavních ukazatelů drtičů různých typů je tzv. stupeň (poměr) drcení vyjadřující velikost zmenšení rozpojovaného materiálu, tj. poměru velikosti zrn výchozího materiálu k velikosti rozpojených zrn.

Stupeň drcení „s“ je vyjádřen vztahem $s = z_1 : z_2$

z_1 ...velikost (průměr) největších zrn před rozpojením

z_2 ...velikost (průměr) největších zrn v rozpojeném materiálu

Tento vzorec je orientační pro projektování navazujících úpravnických pochodů.

3. *Podle velikosti vstupní a výstupní frakce:*

- a) drtiče primární – velikost zdrobnělých zrn je převážně větší než 125 mm,
- b) drtiče sekundární – velikost zdrobnělých zrn je převážně větší než 20 mm,
- c) drtiče terciární – velikost zdrobnělých zrn je převážně menší než 20 mm.

Drcení je postupná přeměna těživa (zrna větší než 250 mm) na užitnou zrnitost s maximálním podílem kubických zrn za přispění drtící techniky. Zdrobňování suroviny se děje v drtičích, jejichž výběr je omezen mnoha parametry, např. výkon musí být přizpůsoben nejen maximální velikosti rubaniny dopravované do násypky primárního drtiče, ale i pevnosti v tlaku drceného materiálu vycházející z druhu horniny, jak je patrné z tabulky č. 5 [11].

Tabulka č. 5 - Pevnost v tlaku a hustota hlavních skupin hornin [4]

Horniny	Hustota [g.cm ⁻³]	Pevnost v tlaku za sucha [MPa]
granity	2,60 – 2,85	160 – 250
diority, gabra	2,85 – 3,10	170 – 300
bazalty	2,95 – 3,15	180 – 380
andezity	2,65 – 2,90	120 – 330
pískovce	2,65 – 2,70	60 – 200
křemence	2,64 – 2,68	220 – 340
jílovce, slínovce	1,80 – 2,70	20 – 80
vápence, dolomity	2,70 – 2,90	80 – 190
fylity	2,55 – 3,00	20 – 100
svory	2,70 – 3,00	35 – 110
ruly	2,60 – 3,00	120 – 240
amfibolity	2,75 – 3,15	150 – 280

Důležité parametry pro volbu drtiče:

- ◆ požadovaná výkonnost drtiče,
- ◆ maximální rozměry drcených kusů a zrnitostní složení materiálu,
- ◆ mechanické a fyzikální vlastnosti zdrobňovaných materiálů,
- ◆ cena drtiče, dostupnost náhradních dílů, servis,
- ◆ provozní náklady,
- ◆ tvarová hodnota zrn získaných v produktech,
- ◆ obsah lepidlových příměsí v drcených materiálech,
- ◆ hmotnost a rozměry drtiče.

Těžené nerostné suroviny nemají vhodnou zrnitost pro dopravu ani další zpracování. Proto jsou dopravovány do úpravárenských linek, kde je zrnitost dále modifikována na požadovanou velikost částic. Hrubší a jemnější částice jsou oddělovány tříděním. Tím je zajištěna zrnitost materiálu v užším rozmezí velikosti částic žádaných pro další zpracování. Zrnitost pevných surovin je vždy dána technickou normou, která je součástí dodavatelských podmínek. Zrnitost užitkové suroviny není důležitá pouze pro její technologickou zpracovatelnost, ale je velmi významná pro kvalitu pracovního prostředí, volbu dopravních, manipulačních a technologických systémů v celé zpracovatelské lince i pro omezení ztrát materiálu.

Ztráty při těžbě a využití nerostných surovin

Jsou vyvolány těmito příčinami:

- **zvolenou technologií těžby** – jejich největší část tvoří ochranné pilíře báňských staveb nebo závěrné stěny lomů;
- **úpravářenskou technologií** – ztráty zpravidla rostou s poklesem užitkového nerostu v surovině, s jeho rozložením či strukturou materiálu. Ztráty v úpravně dosahují obvykle 10 %, ale mohou dosáhnout až 40 %. To zatěžuje odpadové hospodářství úpravny a její ekonomiku;
- **během přepravy** – veškeré dopravní systémy užívané mezi těžebními provozy a zpracovatelskými technologiemi vykazují určité ztráty vznikající závadami na těchto systémech nebo vlastnostmi přepravovaného materiálu. Ztráty během přepravy se pohybují v rozmezí 2 - 5 %;
- **zpracovatelskou technologií** – při přepracování nerostné suroviny na konečný produkt se běžné ztráty pohybují kolem 3 %, výjimečně dosahují až 10 % [9].

Uvedené skutečnosti budou brány v potaz při návrhu na rekonstrukci úpravnického provozu lomu Krásný Les.

4.2 Koncepce návrhu na rekonstrukci úpravářenské technologie

Na Českém trhu je mnoho společností a firem zabývajících se distribucí i prodejem strojů a zařízení uplatňujících se v lomových provozech, drtící i třídící technikou. Cesta k řešení zadaného úkolu vedla přes prostudování katalogů a veřejně přístupných internetových stránek jednotlivých výrobců (dodavatelů) včetně konzultací se zástupci některých společností. Jednalo se o společnosti mající své pevné místo jak na světovém, tak tuzemském trhu v oblasti stavební techniky a úpravářství, např. DSP Přerov, s.r.o.; KOOL trading, spol. s r.o.; Strojírny Podzimek, s.r.o.; Sandroch, s.r.o., Nymburk; Metso Minerals CZ, s.r.o.; Terex Finlay CZ, spol. s r.o.; Powerscreen ČR, s.r.o.; Crush Tech, s.r.o.; Ruble Master, s.r.o.; PSP Engineering, a.s.; Resta, s.r.o.; Liebherr stavební stroje CZ, s.r.o.; Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o.; ND LOR Uničov, a.s. a mnoho dalších.

Z popsaných faktů, z dostupných materiálů a informací se vyprofilovaly dvě možnosti řešení jak navýšit produkci, zlepšit kvalitu výsledných výrobků a pozdvihnout ekonomické ukazatele ve vzájemném vztahu i s rostoucími nároky na životní prostředí.

Jsou to následující varianty:

- 1. úprava stávajícího systému těžby** – komplexní řešení sestávající z mnoha dílčích kroků, které zahrnují výměnu používaného lopatového rýpadla za nový, spolehlivější stroj a zároveň úprava primárního uzlu úpravárenské technologie, tj. výměna primárního drtiče za jiný, výkonnější typ včetně návrhu hydraulického uvolňování ucpaného vstupu drtiče a dále i zlepšení kvality třídění spojené s výběrem nových efektivnějších třídičů;
- 2. návrh mobilní technologické linky s výkonem 200 t.h^{-1}** – řešení vyplývající z vývojových trendů a moderního směřování úpravnických technologií do prostoru lomu za účelem eliminace rušivých účinků na okolí a omezování dopadu výroby na životní prostředí, včetně snížení provozních nákladů a zvýšení kvality výrobků.

4.2.1 Návrh řešení první varianty

Východiskem pro vyřešení úkolu je výměna primárního drtiče za nový, výkonnější stroj s velkou provozní spolehlivostí, kdy zadavatel má přesnou představu o výši objemu výroby po provedených úpravách. Vzhledem k tomu, že část technologické linky byla již modernizována a to terciární drtící stupeň v podobě kuželového granulátoru od Metso Minerals, byla prvotní pozornost věnována produktům této společnosti. Jako výhodná se jeví demontáž starého stroje a jeho nahrazení drtičem Nordberg řady C. Výrobní řada umožňuje mnoho variant montáže, vysokou spolehlivost a díky modulaci a jednoduchému konstrukčnímu řešení i dlouhou životnost a efektivnost drcení, která je podporována vysokopevnostními komponenty odolnými proti opotřebení. Uzel primárního drcení doplní ještě vibrační podavač Nordberg Grizzly, speciální robustní konstrukce, určený pro stacionární zařízení s odhliňovačem a třídičem, který umožňuje oddělení tří frakcí před drcením. Firma vyvinula, a po testování nabízí, pokročilé aktivní seřizování štěrbin stacionárního drtiče, které mu dává větší provozní spolehlivost. Systém umožňuje ochranu čelistového drtiče tím, že při malé tlakové špičce je vše řešeno automaticky bez přerušení provozu. Pokud je v drtiči překročen mezní tlak, vzpěrná deska se zlomením chová jako pojistka [20].

Jako další alternativu nabízím výrobky společnosti PPS Engineering, a.s., a to sestavu primárního dvojvzpěrného drtiče DCD 4709 ve spolupráci s hrubotřídičem OHT, určeným pro základní členění vydobytého materiálu a odtržení hlíny před výchozím drcením. Odtržení jemné frakce usnadňuje proces přetvoření tím, že před mechanickým zdobňováním odlehčí primárnímu drtiči. Pro zkvalitnění konečné fáze třídění materiálu

je příhodné využití třídiče KDT, který je zvláště vhodný pro finální dělení materiálů s horší tvarovou hodnotou a zvládá klasifikaci vstupního zrna na tři až pět frakcí [15].

Návrhy strojního vybavení úpravnické technologie uzavřu strojním vybavením, které pro zpracování nerostných surovin dodává DSP Přerov, spol. s r.o. Jedná se o primární čelistový drtič DC splňující všechny požadavky kladené v současnosti na tento druh strojů, tj. vysoký výkon a schopnost zpracovat co největší kusy materiálu při nízké hmotnosti a jednoduché konstrukci. Jeho robustní a přitom lehké technické řešení je navrženo s ohledem na provozní spolehlivost a hospodárnost, snadné seřizování a údržbu (obr. č. 19). Celek může být dotvořen vibračním hrubotřídičem VGO pro přípravu vstupního materiálu do technologické linky a třídiči VTK, VTE či VTS [17].



Obrázek č. 19 - Čelistový drtič DC 95 x 70 [7]

Systém uvolňování vstupu drtiče navrhuji provést technickým vybavením od firmy Davon, s.r.o. (obr. č. 20), řešícím častou a nebezpečnou situaci při úpravě užitkové suroviny, kterou je ucpání vstupu primárního drtiče, což může způsobit například velký kámen nebo nerovnoměrné dávkování. Taková situace si vyžaduje pracné a fyzicky náročné uvolňování obslužnými pracovníky úpravny. Někdy je dokonce nutné provést odstřel kamene v drtiči, což způsobuje problémy jak z hlediska bezpečnosti práce, tak účinku na okolí. Rychlou a bezpečnou alternativou je rozbíjecí zařízení tvořené pevným nosičem hydraulického kladiva, které uvedené problémy odstraní během několika minut bez námahy a bezpečně. Velké množství výkonových velikostí, s ramenem majícím rozličný dosah, umožňuje montáž rozbíjecího zařízení ke každému drtiči. Ze sortimentu nabízených produktů doporučuji jako nejvhodnější řadu RK 3, která je určena pro stacionární drtiče a v České republice je nejpoužívanější.

Zařízení je poháněno vysoce výkonnou hydraulickou soustavou s regulací LOAD-SENSING umožňující vykonávat současně několik nezávislých pohybů. Hydraulický agregát je samostatná pohonná jednotka poskytující bezobslužný provoz. K základní výbavě agregátu patří i automatický systém chlazení oleje s dvojnásobnou filtrací a signalizací stavu filtru. Všechny důležité stavy je možno odečíst na panelu elektroinstalace. Pro každého zákazníka vypracovává firma Davon projekt realizace a cenovou nabídku. Součástí dodávky je podle potřeby i nosný sloup, montáž a zaškolení obsluhy před uvedením do provozu. Samozřejmostí je i dodávka náhradních dílů, záruční a pozáruční servis [16].



Obrázek č. 20 - Rozbíjecí zařízení firmy Davon, s.r.o. [16]

Posledním prvkem celého vyřešení první varianty je návrh náhrady lopatového rýpadla za jiný stroj vycházející z průzkumu uskutečněným již popsáním způsobem. Nabídka sektoru stavebních strojů, kam jsou zahrnuta i lopatová rýpadla, je nesmírně široká a výběr byl proveden na základě údajů poskytovaných prodejci a požadavky, které jsou na trhu s těmito stroji preferovány, tj. výkon, údržba, provozní náklady, cena, vliv provozu na ŽP a další. Na základě těchto údajů byl výběr zúžen na společnosti ND LOR Uničov, Liebherr stavební stroje CZ, s.r.o. a Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o., které přináší alternativu při řešení technických a technologických potřeb firmám pracujícím v těžebním průmyslu.

Po návštěvě kamenolomu a rozhovoru s vedoucím lomu o možných úpravách technologie lomového provozu se úvodní návrh bude týkat jím upřednostňovaného pozemního stroje značky Liebherr, který je součástí technického vybavení lomu. Volba

nového stroje může být provedena z typové hmotnostní řady, pro kterou jsou přizpůsobeny jednotlivé motorové výkony a zaručen opravárenský servis, příslušenství, spotřební a náhradní díly. K prodeji jsou nová i předváděcí lopatová rýpadla a v případě zájmu společnost umožní stroj si předem vyzkoušet a prověřit si jeho schopnosti v provozu. Užitečnými vlastnostmi, vycházejícími i z možnosti budoucího nasazení, odpovídá typ R 974 Litronic mající všechny prvky výbavy pro zamýšlenou činnost. Jedná se o modernizovanou verzi používaného rýpadla. Předností je technická preciznost, výkonnost, citlivost ovládání, ekonomika provozu a spolehlivost [19].

Nabídka ND LOR Uničov, a.s., který odkoupil všechna práva, know – how a celý trh týkající se lopatových rýpadel UNEX, je zajímavá, jelikož za výjimečně příznivé ceny je ochotna dodat jakékoliv rýpadlo po repasi, případně po generální opravě. V současnosti je v nabídce velmi kvalitní stroj – lopatové rýpadlo DH 621, které zmiňuji, neboť na kamenolomu Krásný Les je provozováno jako náhradní stroj. Uvedená firma je výhradním zástupcem společnosti SANY, jednoho z nejvýznamnějších výrobců v Asii, který expanduje na všechny významné světové trhy a proto další možnosti jsou i stroje SANY, které vynikají spolehlivostí a zajímavými cenami. Nejdůležitější komponenty jsou dodávány od renomovaných světových výrobců. Velká pozornost je věnována komfortu obsluhy a především bezpečnosti (pro lomové provozy je ochranná mříž standardem). V kabině jsou použity všem známé komponenty (sedačka Crammer), klimatizace, rádio, na vyžádání také GPS navigační systém. Kontrolu nad celým strojem zajišťuje přehledný řídicí panel. Prioritou firmy je co nejlepší a nejoperativnější přístup k odběrateli. Důležitou konkurenční výhodou je krátká dodací lhůta stroje a záruční i pozáruční servis včetně dodávek originálních náhradních dílů. Tým zkušených obchodníků a servisních techniků a současně velice dobře vybavený sklad náhradních dílů, jsou pro spotřebitele zárukou spokojenosti. Vynikající pro potenciálního zákazníka je poměr cena/užitná hodnota [16].

Společnost Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o., která je výhradním dodavatelem především strojů Caterpillar, si již dávno kvalitou nabízených strojů a poskytovaných služeb zajistila své místo v lomových provozech. Největší světový výrobce stavebních a zemních strojů je zárukou splnění potřeb zákazníka, neboť špičková kvalita spolu s využíváním nejmodernějších technologií nabízí komplexní řešení. Požadavek nového spolehlivějšího pásového rýpadla lze splnit výběrem stroje z hmotnostní řady, která je určená pro nasazení v oblasti těžebního průmyslu. Stroje jsou projektovány na vysokou produktivitu a nízké provozní náklady při dlouhodobém nasazení v tvrdých podmínkách. Díky ovládací elektronice, vyvinuté speciálně pro tyto stroje, je zajištěn v každé situaci ideální soulad mezi motorem a hydraulikou, krátké pracovní cykly a souběžné pohyby při všech aplikacích. Moderní motory spojují vysoký výkon s úsporností a zároveň více

než vyhovují požadavkům na hlučnost a emise škodlivých látek. Ke snížení únavy a zvýšení produktivity práce strojníka přispívají prostorné kabiny izolované proti hluku a vibracím, vybavené komfortními prvky jako je automatická klimatizace a sedadlo s mnoha možnostmi nastavení, zaručující optimální výhled. Předností je i snadná a rychlá údržba díky konstrukci filtru, výborné přístupnosti a rozsáhlým diagnostickým funkcím. Pro dlouhodobé nasazení v kamenolomech pro práce při těžbě z rozvalu je zvláště vhodný typ Caterpillar 385C FS. Velký důraz je kladen také na prvky zvyšující bezpečnost práce [21].

Pro stanovení potřebné výkonnosti rýpadla lze použít obecný vzorec umožňující navržení navazujících technologických procesů.

Stanovení výkonu lopatového rýpadla:

$$Q = \frac{3600}{t_c} \cdot O \cdot k_o \cdot k_v \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_i \quad [m^3 \cdot hod^{-1}]$$

t_c - trvání pracovního cyklu [s]

O - množství produktu, které se zpracuje v jednom pracovním cyklu, většinou objem lopaty či korby (někdy nutné posoudit nosnost) [m^3]

k_o - koeficient, který přepočítá objem na rostlý stav, závisí na druhu horniny ≤ 1

k_v - koeficient výkonového využití - geometrie pohybu, nadmořská výška, plnění 0,5 - 1,2

k_{ε} - časové, technické, organizační a pracovní překážky 0,4 - 0,98

k_i - vliv člověka - motivace, zručnost 0,4 - 0,98

Výkonnost lopatových rýpadel je ovlivněna:

- a) geologicko-technickými podmínkami nasazení lopatového rýpadla,
- b) technickými parametry stroje,
- c) použitou technologií dobývání,
- d) zručností vedoucího rýpadla,
- e) organizací technologické dopravy a druhem dopravy [3].

Se zástupcem společnosti Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o., jsem jednal osobně, což považuji za velmi přínosné. Uskutečněná návštěva mi poskytla mnoho užitečných rad a údajů využitelných při řešení zadaného úkolu. Za důležitou pokládám informaci, že společnost má v nabídce i špičkové stroje a zařízení pro úpravu užitkových surovin přímo v lomech. Dodává moderní drtící a třídící jednotky rakouské firmy MFL, čehož využiji při návrhu řešení druhé varianty.

4.2.2 Návrh řešení druhé varianty

Vzhledem k předepsanému rozsahu práce jsem si stanovil, že stejně jako v předchozí kapitole, bude výběr strojního vybavení proveden ze tří možností, tzn. od výrobců, jejichž nabídka mne nejvíce oslovila.

Společnost Metso Minerals CZ, s.r.o. zastupuje v ČR světového výrobce strojů, zařízení a kompletních technologických systémů pro zpracování a úpravu nerostných surovin. Metso Minerals je nadnárodní společnost s hlavním sídlem ve Finsku, která je považována za průkopníka mobilního drcení na světovém trhu, kam vstoupilo pod názvem Nordberg a proto nemůže být opomenuta. Obchodní zástupce na našem území distribuuje mobilní drtící jednotky na pásovém podvozku s drtiči čelistovými o výkonech až 400 t.h^{-1} , odrazovými drtiči o výkonech 300 t.h^{-1} a s kuželovými drtiči s výkony $250 - 350 \text{ t.h}^{-1}$. K zamýšleným činnostem lze využít technologickou linku složenou: z primárního drtiče na pásovém podvozku Lokotrack 105 LT s odhliněním a čelistovým drtičem Metso 105 C; ze sekundárního drtiče Lokotrack LT 200 HP s kuželovým drtičem HP 200 s vratným okruhem a třísitým třídičem; pro finální třídění ze stroje Lokotrack ST 352 [20].

ND LOR Uničov, a.s. rozšířila výše popsané aktivity a v současnosti je i výhradní distributor třídící a drtící techniky Keestrack, která patří ke světové špičce ve výrobě mobilní techniky pro lomové provozy. Historie společnosti sahá do roku 1988, kdy začala v Belgii s výrobou mobilních drtičů a třídičů. Stroje se pod touto značkou již 10 let vyrábí i v České republice. Během této doby prošel výrobní program řadou změn reagujících na potřeby trhu a požadavky zákazníků. Díky rozšiřitelnosti o přídatné prvky a variabilitě jsou možnosti třídění a drcení téměř neomezené. Společnost ND LOR Uničov, a.s., se zabývá prodejem a velký důraz je kladen i na kvalitu záručního a pozáručního servisu. Firma spolupracuje s experty na úpravu surovin, kteří jsou schopni zákazníkům na základě technického zadání doporučit nejvhodnější variantu stroje Keestrack včetně příslušenství [16].

Společnost Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o., jak již bylo zmíněno, nabízí výrobky firmy MFL sídlící v rakouském Linci. Společným rysem všech produktů MFL je vysoká technická kvalita, prvotřídní dílenské zpracování a jakost používaných materiálů, zejména opotřebitelných dílů (obložení čelistí nebo odrazových trámů). Předností je také solidní robustnost konstrukcí všech pracovních částí, které zaručují dlouhou životnost zařízení. Komplexní výrobní program umožňuje zajistit jakoukoliv provozní aplikaci dle požadavku zákazníka a hlavním cílem je hospodárný a dlouhodobý provoz.

Mobilní drtiče MFL pracují s podstatně menším množstvím výpadků a vyšším výkonem než srovnatelné systémy. Všechna zařízení odstupňovaná podle běžných tržních

velikostí jsou vybavena dieselelektrickými agregáty. Mají diagnostický display, kde pomocí chybových hlášení získá obsluha nebo servis velmi rychle a přesně popis a místo poruchy nebo vadného dílu. Díky vysoké spolehlivosti zařízení se však uvedené vybavení využívá velmi sporadicky. Pro přímou obsluhu z nakládacího mechanismu jsou drtiče vybaveny také rádiovým dálkovým zařízením.

Konstrukce čelistového drtiče umožňuje pomocí hydraulického nastavování šterbiny volit i požadovanou velikost zrnitosti drceného materiálu v jedné velké šíři pásu. K optimálnímu využití opotřebitelných dílů jsou drtící čelisti v provedení otočném o 180°. Opatřením proti vzniku prachu v místě zpracování je skrápěcí zařízení, které lze připojit na integrovanou či externí vodní nádrž.

Pro primární drcení jsou v nabídce čelistové (jednovzpěrné i dvojvzpěrné) a odrazové drtiče, pro sekundární a terciární drcení pak drtiče odrazové a kuželové. Výrobní program MFL drtičů doplňují nejrůznější podavače, kontejnery, zásobníky, dopravníky, síta, rošty, ocelové konstrukce a podvozky, které dovolují kompletizaci zařízení dle požadavků zákazníka [16].

Všechny uvedené mobilní úpravnické technologie mohou být obsluhovány pásovým rýpadlem u násypky drtiče a kolovým nakladačem pro manipulaci s nadrceným materiálem.

Provádět výběr nakladače mezi výrobcí této techniky nepovažují za užitečné, neboť v českých kamenolomech jsou uznávaným pojmem kvalitní stroje Caterpillar. Stroje mají výkonnou klimatizaci, systém pro tlumení rázů, diferenciál s omezeným prokluzem a automatickou převodovku. Ve standardní výbavě je povelové řízení s integrovaným ovladačem řízení rychlostních stupňů a změny pojezdu. Pracovní zařízení má elektrohydraulické ovládání, které umožňuje spínačem z kabiny nastavit horní nebo spodní doraz a zaklopení lopaty. Elektronicky řízené výkonné motory se vyznačují nízkými emisemi, sníženou spotřebou a ke zkrácení pracovního cyklu přispívá integrovaný brzdový systém. Požadovanému účelu vyhovuje svými parametry typ 966H [21].

4.2.3 Konečný návrh

Ze dvou uvažovaných cest, směřujících k optimální variantě návrhu na rekonstrukci úpravnické linky, se jednoznačně přikláním k variantě, která zadaný úkol řeší pořízením mobilní linky. Pomocnou ruku při hledání nejvhodnějšího řešení mi poskytl odborníci firmy Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o. a na základě konzultací vznikla úpravárenská linka, jejíž podoba byla navržena softwarovým programem (příloha č. 5). Mobilní technologie byla projektována na základě kvality vstupního materiálu s výkonem, který je

předimenzován, aby požadovaný výstup nadrcené suroviny odpovídal zadanému požadavku. Uvedená technická a provozní data mne vedou k doporučení nákupu mobilního čelistového drtiče MFL STE 108-75 T/RR, který považuji za nejvhodnější stroj pro drcení rozpojeného materiálu u stěny předmětného lomu (obr. č. 21).



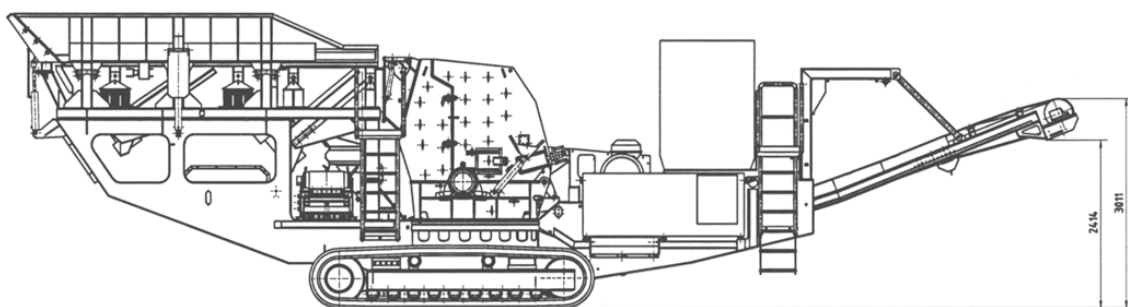
Obrázek č. 21 - Čelistový drtič MFL STE 108-75 T/RR [21]

Standardní funkce tohoto zařízení doplňuje jedinečné řešení rotačního odhliňovače, které v současnosti nemůže nabídnout žádný výrobce. Materiál pro drcení, mající v kamenolomu Krásný Les 30 % zahliněného podílu, bude zbavován balastních látek rotačním odhliňovačem složeným ze šesti pohyblivých válců, které efektivně a dokonale odhliňují materiál před vstupem do drtiče.

Stroj je poháněn dieselelektrickým pohonem, a proto jsou provozní náklady i při vysoké tvrdosti materiálu (čedič až 380 MPa) a požadované produkci výrazně nižší, než při použití jiného pohonu. Dieselelektrický pohon je svými účinky a efektivitou originálním systémem, který je dodáván rakouským výrobcem drtičů značky MFL. Unikátnost řešení výrobce MFL je v tom, že ve srovnání s tradičním hydraulickým pohonem poskytuje řadu výhod. Především jsou to nižší provozní náklady a účinnější přenos výkonu motoru na drtící zařízení. Systém spotřebovává méně paliva, což se projeví jak při běžné činnosti, tak při chodu naprázdno, kdy úspora nafty činí 15 - 20 %.

Zařízení je navíc vybaveno přepínačem síť/generátor využitelným v místech, kde je možné použít elektrický proud přímo ze sítě. Snižují se tak náklady na PHM (až o 50 %) a prodlužuje životnost motoru. Elektromotor má i velký moment setrvačnosti, který ve spojení s dvěma rotujícími setrvačníky účinně zabraňuje zpomalení drtiče v případě, kdy se ke zpracování dostávají větší kusy kamene. Celý systém má nízké opotřebení vnitřních částí, snadno se seřizuje a vyžaduje minimální údržbu. I po letech pracuje se stejnou účinností [21].

Další část technologické linky tvoří odrazový drtič H-CI 110-125 T (obr. č. 22), který je schopen zpracovat vstupní surovinu tak, aby bylo dosaženo vynikajícího tvarového indexu a požadované křivky zrnitosti výsledných produktů. Hydraulicky nastavitelné odrazové desky, díky optimální geometrii při největší možné vstupní velikosti materiálu, zaručují stálý výsledný produkt za optimálního opotřebení dílů. Technické parametry obou strojů jsou uvedeny v příloze č. 6.



Obrázek č. 22 - Odrazový drtič H-CI 110-125 T [21]

Součástí technologického celku jsou i mobilní třídiče s pásovými dopravníky, které budou provádět vytřídění frakcí na hotové výrobky. Velikost třídících ploch zmiňovaných strojů je 1250 x 3000 mm a v případě potřeby lze provést přesítování třídičů dle přání a vyrábět i další velikostní frakce.

Obslužnými mechanismy, které doporučuji k vytvoření kompletní úpravárenské technologie, jsou stroje Caterpillar od firmy Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o. Nakládání násypky primárního drtiče bude zajišťovat lopatové rýpadlo 336D L (obr. č. 23) a manipulaci s nadrceným materiálem obstará kolový nakladač 966H (obr. č. 24). Převoz finálních výrobků bude prováděn pevným dmprem Caterpillar 770 (obr. č. 25).

Technické parametry navržených strojů [21]:

Lopatové rýpadlo Caterpillar 336D L

- výkon motoru	200 kW
- max. hloubkový dosah/max. dosah	8,1/11,6 m
- objem lopaty	1,11 – 2,4 m ³
- provozní hmotnost	36 – 36,5 t



Obrázek č. 23 - Lopatové rýpadlo Caterpillar 336D L

Kolový nakladač Caterpillar 966H

- | | |
|---------------------------------------------|--------------------|
| - výkon motoru | 195 kW |
| - statický klopný moment při plném zatočení | 16 169 kg |
| - objem lopaty | 4,2 m ³ |
| - provozní hmotnost | 27,3 t |



Obrázek č. 24 - Kolový nakladač Caterpillar 966H

Pevný dampr Caterpillar 770

- | | |
|----------------|-----------------------|
| - výkon motoru | 355 kW |
| - rychlost | 75 km.h ⁻¹ |
| - objem korby | 25,1 m ³ |



Obrázek č. 25 - Pevný dampr Caterpillar 770

Cenová nabídka:

Cena kompletní linky.....	2 mil. EUR
Lopatové rýpadlo Caterpillar 336D L.....	6,5 mil. Kč
Kolový nakladač Caterpillar 966H	5,6 mil. Kč
Pevný dampr Caterpillar 770	10 mil. Kč

Cenová nabídka má orientační charakter a byla stanovena pro účely této práce. Definitivní podobu zakázky provádí odborní zástupci společnosti v místě budoucí činnosti strojního zařízení a konečný návrh technologie se vypracovává speciálním softwarem dle přesných požadavků zákazníka.

Výběr technického zabezpečení provozu doporučuji provést vyhlášením výběrového řízení. Na základě požadovaných parametrů vycházet z aktuální nabídky prodejců a zvolit nejvýhodnější variantu odpovídající ekonomickým možnostem.

5. Technicko-ekonomické a ekologické vyhodnocení řešení

Přesto, že je dnes většina lomařských provozů postavená na stabilních linkách, považuji zvolené řešení za příhodné, neboť se domnívám, že zpracování těžené suroviny v lomu je výhodnější, hospodárnější a není potřeba složitého nakládání rubaniny z rozvalu a její přeprava do úpravny. Další výhodou je i konstrukční jednoduchost mobilních linek a tím i menší poruchovost. Předností je i možnost obsluhovat jedním zařízením více míst, což je obzvláště výhodné pro organizace mající v majetku více lomů, neboť celá linka se ve velmi krátkém čase může přeprogramovat na místo aktuální potřeby.

Směřování zpracovatelských technologií do blízkosti těžby je vývojovým trendem dokládajícím, že i mobilní linky mohou splnit nároky kladené na efektivní zpracování surovin. Výrobky firmy MFL patří v tomto směru mezi absolutní světovou špičku. Svou konkurenci předčí jak v ekonomických ukazatelích vycházejících z nákladů na provoz, tak i životností a spolehlivostí. Opomenout nelze i cenu, která je neskutečně příznivá z pohledu nabízené technologické úrovně, mnohdy dokonce pod cenovou kalkulací firem nedosahujících ani zdaleka takové kvality. Proto návrh technologické linky od společnosti Phoenix – Zeppelin, považuji za vhodný a opodstatněný. Pozice zmiňované firmy je vybudovaná i na vysokém standardu služeb poskytovaných v oblasti servisu, záručních a pozáručních kontrol a oprav, nabídky a přístupnosti náhradních dílů. V současnosti je poskytována i široká škála různých možností financování a lze prohlásit, že v dnešní době je všechno jen otázka nákladů a možných investic. V této souvislosti je určitě zajímavé zauvažovat i o výhodách plynoucích z vytvoření zpracovatelské technologie a obslužných mechanismů od jedné renomované společnosti mající své pevné místo na českém trhu, který řadu let zásobuje kvalitními a osvědčenými pomocníky lomových provozů. Jsem přesvědčen, že navrhované stroje jsou skvělou volbou pro zamýšlenou činnost.

Předmětem naší pozornosti může být i velmi zajímavá novinka zmiňované společnosti, kterou je nabídka použitých strojů, kdy si zákazník může půjčit na pronájem požadovaný stroj a pokud bude s jeho provozem spokojen, může jej odkoupit za výhodných podmínek. Všechny nabízené použité stroje procházejí důkladnou servisní prohlídkou a dle celkového stáří, odpracovaných motohodin a stavu stroje jsou certifikovány vhodnými zárukami. Tím je získávána jistota, že stroj má nejen jasnou historii, ale jsou známy i jeho technické údaje a celkový stav. Udělení záruk podléhá přísným pravidlům definovaným společností Caterpillar, která jsou stejná pro všechny dealery stavebních strojů této značky na celém světě. Jednotný systém poskytování záruk

je vysokou přidanou hodnotou pro všechny odběratele. Pro zajímavost lze uvést, že v roce 2010 bylo prodáno 244 certifikovaných strojů se zárukou v celkové hodnotě 280 miliónů Kč [21].

V kontextu s mobilní úpravářskou jednotkou je účelné vzpomenout i výhody, kterou nabízí přepínač síť/generátor, využitelné v kamenolomu Krásný Les. Provedená elektrizace lomu umožňuje v případě potřeby odběr proudu přímo ze sítě a tím využití technické přednosti vedoucí ke snížení spotřeby pohonných hmot. Výrazných úspor lze dosáhnout také tím, že veškerá zařízení, začleněná do zpracovatelské technologie, mohou být poháněna volnou kapacitou dieselelektrického agregátu.

Za výbornou, vzhledem k rozšiřování těžebních aktivit, považuji i možnost operativního přizpůsobení úpravnických a těžebních aktivit, čímž dojde ke zvýšení efektivity provozu. Praxí bylo ověřeno, že hlavními faktory ovlivňujícími produktivitu práce v lomu jsou správná organizace pracoviště, zaškolení obsluhy strojů a zařízení, sladění těžebních a úpravnických prostředků. I toto nám navržené řešení nabízí.

Kvalitním přepracováním suroviny přímo v těžebně se sníží náklady na úpravnický provoz, neboť mobilní linka bude postupovat společně s těžbou a odpadnou neúměrně vysoké náklady na dopravu, která je prováděna konstrukčně zastaralými nákladními automobily Belaz. Toto tvrzení podporuje i skutečnost, že s rozšiřováním těžby bude docházet ke zvětšování dopravní vzdálenosti. Nový dampr poskytuje dlouhou životnost a spolehlivost, vysokou výkonnost, nízkou spotřebu paliva, komfort pro obsluhu a nízké provozní náklady. Speciálním vybavením je systém sledování produkce, který zaznamenává údaje o užitečném nákladu a časech cyklů. Navrhovaným technickým řešením dojde ke snížení zátěže ekonomické i ekologické.

Vzhledem k dostupným informacím, které ovlivnily návrh optimálního řešení modernizace výrobní technologie v kamenolomu Krásná Les v souvislosti s rozšiřováním těžebních aktivit a zvyšováním produkce, považuji výsledný návrh za efektivní a zamýšlené investice doporučuji realizovat.

Na prováděné záměry se nelze dívat jen z pohledu ekonomického, ale důležitou součástí budoucích plánů je i stránka ekologická, kterou nelze opomíjet. Šetrnost k životnímu prostředí je dána možnostmi vyspělých technologií, ale v neposlední řadě také odpovědným a systematickým přístupem provozovatele. Ekologický dopad navržené úpravnické technologie je kladný. Z hlediska vlivů na okolí vyplývajících z umístění stávající úpravny budou odstraněny všechny negativní účinky, jako jsou hluchost, vibrace a prašnost. Kamenolom je v podstatě součástí obce Krásný Les, a proto jsem přesvědčen, že zamýšlené řešení lze hodnotit pozitivně.

6. Závěr

Se zvětšujícím se počtem lidí a se zvyšováním životní úrovně stále rostou i nároky na produkci potravin a hmotných statků. Tyto požadavky je možné uspokojit větší intenzitou zemědělské výroby a nepřetržitým rozvojem průmyslu. To vše souvisí s těžbou a využíváním nerostného bohatství. Dnešní těžba nerostných surovin je založena na vysoké výkonnosti, produktivitě a ekonomické efektivnosti umožňující celkový rozvoj společnosti [8].

Ekonomický růst společnosti je spojen s rozmachem interakcí mezi člověkem a přírodou. Mezi tyto činnosti lze zařadit i těžbu nerostných surovin a jejich následnou úpravu. Prudký rozvoj stavebních technologií přináší nové možnosti využívání kamene, mění i nároky na výkon a účinnost úpravářských strojů a zároveň požadavky na množství a kvalitu zpracované suroviny.

Moderní dynamická doba přispěla k rozvoji nových druhů staveb, jako jsou rozlehlé městské areály, továrny a průmyslové zóny, přehrady, přístavy, dopravní stavby, které se neobejdou bez kvalitní surovinové základny.

Vzhledem k informacím z veřejně právní televize, že ze státního rozpočtu jde do Libereckého kraje nejméně finančních prostředků z celé České republiky na dopravní stavby, je zřejmé, že pod tlakem politiků v čele s hejtnem Libereckého kraje musí dojít v budoucnu ke změně, což zhodnotí chystané investice.

V regionu budou stavební suroviny zapotřebí na obnovu poničených komunikací způsobených povodněmi v srpnu 2010, které musí být provedeny jako konsolidační a nezbytný krok, neboť škody jsou odhadnuty na 10 miliard korun. Tok stavebních materiálů bude také směřován i na dobudování dopravní infrastruktury – výstavba dálnic, rychlostních vozovek, silničních obchvatů, modernizace železničních tratí a koridorů, pro betonové konstrukce, jako jsou stavby mostů, tunelů, estakád a mnoho jiných.

Jen špatný hospodář by se na tento stav nepřipravil a proto kroky vedoucí ke vzrůstu produkce a tím i výkonu úpravnického zařízení jsou jen logickým a správným počínem. Navrhované řešení umožňuje i v budoucí době reagovat na aktuální situaci trhu se stavebními surovinami a proto jsem přesvědčen, že cíle stanovené skrze tuto práci byly splněny.

V Praze se v březnu 2010 sešli na konferenci Quarry-Masters odborníci na těžbu a zpracování materiálu v lomech z ČR, Polska, Slovenska, Maďarska, Litvy a Estonska. Za pozornost jistě stojí konstatování, že dle střednědobé prognózy dojde v roce 2011 ke zvýšení výkonu v lomařském průmyslu o 30 % v porovnání se současností [16]. Kromě

zvyšování produkce je očekáván i cenový vývoj stavebních surovin směřující k vzrůstu cen, takže podnikaná opatření a jejich směřování z pohledu ekonomického jsou správná.

Stavební kámen není předmětem mezinárodního obchodu. Obchodní výměna probíhá maximálně mezi sousedními státy, čehož lze vzhledem k poloze lomu v budoucím časovém horizontu využít a předmětem zájmu může být i rozvoj těchto aktivit.

Plánováno bylo navrzení technologie, která umožní ekonomický a ekologický provoz včetně vzrůstu produkce. Požadovaný cíl diplomové práce byl splněn a díky technickým přednostem bude zvýšena kvalita produktů i efektivita výroby, což se jistě kladně projeví na celkovém hospodářském výsledku, který umožní rozvoj nejen samotné organizace, ale povede také k investicím v oblasti environmentální, zmírňující ekologický účinek prováděných aktivit s příznivým dopadem na celé okolí.

Závěr diplomové práce bych chtěl věnovat krátkému zamyšlení nad nutností smysluplného a rozumného využívání nerostných zdrojů, které lze zjednodušeně zahrnout pod pojem „trvale udržitelný rozvoj“. Tento pojem vyjadřuje potřeby současné generace a zároveň neomezuje generace budoucí v jejich potřebách. Stupeň současného čerpání nerostných zdrojů proto musí brát v úvahu jejich vzácnost, úroveň technologií a dostupnost náhradních zdrojů, tzn., že musíme ponechat volbu úplného vyčerpání neobnovitelných zdrojů budoucím pokolením a krajinu postiženou těžbou obnovovat. Proto je povinností a nedílnou součástí báňské činnosti i sanace a rekultivace. Všechny činnosti člověka je nutné posuzovat nejen z hlediska ekonomického, ale především z hlediska ekologického a společenského, což bylo vyjádřeno na mezinárodním sympoziu ⇒ Mezinárodní deklarace práv na ochranu Země. První mezinárodní sympozium o ochraně geologického dědictví planety Země (UNESCO) dne 13. června 1991:

„Člověk i Země jsou společnými dědici geologického vývoje. Všichni lidé a všechny vlády jsou jen správci a opatrovatelé tohoto dědictví. Každý by měl pochopit, že každý zásah je narušuje a ničí a vede k nezvratným ztrátám. Každé konání by mělo brát ohled na hodnotu tohoto dědictví.“

Seznam použité literatury

- [1] *Aktualizace regionální surovinové politiky Libereckého kraje.*, Česká geologická služba, Praha, květen 2009 (www.geology.cz)
- [2] JIRÁSEK, J., VAVRO, M.: *Nerostné suroviny a jejich využití.*, Ostrava: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR & Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1378-3
- [3] KRYL, V. a kol.: *Povrchové dobývání ložisek.*, ES VŠS-TU Ostrava, Ostrava 1997, ISBN 80-7078-396-6
- [4] PETRÁNEK, J.: *Geologická encyklopedie.*, Česká geologická služba, Praha, 2007 (www.geology.cz)
- [5] *Plán otvírky, přípravy a dobývání pro lokalitu Krásný Les.*, Kamenoprojekt Turnov, s.r.o., Turnov 1993
- [6] *Plán využití ložiska Krásný Les.*, Báňský inženýring Olomouc, s.r.o., Olomouc 2010
- [7] *Podrobný geologický průzkum lomu v Krásném Lese.*, PVŽS Praha, 1957
- [8] POKORNÝ, J. a kol.: *Životní prostředí člověka II., Problémy životního prostředí.*, Vysoká škola zemědělská Praha ve Videopress MON, Praha 1985
- [9] RICHTER, M.: *Průmyslové technologie – úvod.*, Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 2002
- [10] ŘEPKA, V.: *Technologie zpracování surovin.*, Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1998. 95 s., ISBN 80-7078-548-9
- [11] ŘEPKA, V.: *Úprava nerostných surovin.*, Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2004
- [12] *Surovinové zdroje ČR, Nerostné suroviny.*, MŽP, Geofond, Praha 2006, ISSN 1801-6693
- [13] ŠKOPÁN, M.: *Vývojové trendy v technologiích pro recyklaci stavebních a demoličních odpadů. Stavební technika: Drtiče a mlýny surovin ve výrobě stavebních materiálů.* 2007
- [14] *Technologický postup úpravy kameniva včetně pokynu pro obsluhu strojního zařízení.*, Závod kamenolom Krásný Les, 2007
- [15] Internetové stránky: <http://www.pspengineering.cz>

- [16] Internetové stránky: <http://stavebni-technika.cz/>
- [17] Internetové stránky: <http://www.dspprerov.cz/>
- [18] Internetové stránky: <http://www.euroviakamenolomy.cz>
- [19] Internetové stránky: <http://www.liebherr.cz/>
- [20] Internetové stránky: <http://www.metso.com/>
- [21] Internetové stránky: <http://www.phoenix-zeppelin.cz/>

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Umístění kamenolomu Krásný Les v Libereckém kraji	4
Obrázek č. 2 - Nabíjení patních vrtů	6
Obrázek č. 3 - Rozmístění ložisek drceného kameniva na území ČR	10
Obrázek č. 4 - Kamenolom Krásný Les u Frýdlantu	11
Obrázek č. 5 - Letecký pohled na čedičový lom Krásný les	12
Obrázek č. 6 - Těžební práce v kamenolomu Krásný Les	13
Obrázek č. 7 - Lopatové rýpadlo Liebherr 974 Litronic	14
Obrázek č. 8 - Čedičový blok porušený kuličkovým rozpadem	15
Obrázek č. 9 - Snímání skrývky v předpolí lomu	16
Obrázek č. 10 - Příprava clonového odstřelu	17
Obrázek č. 11 - Odběr suroviny z technologické linky	19
Obrázek č. 12 - Mostová váha	19
Obrázek č. 13 - Přeprava suroviny k technologické lince	20
Obrázek č. 14 - Část technologické linky	22
Obrázek č. 15 - Světelná signalizace	23
Obrázek č. 16 - Mobilní drtící jednotka MCU 7UC – 2C [17]	29
Obrázek č. 17 - Semimobilní drtící jednotka SCU HCC9 [17]	31
Obrázek č. 18 - Znázornění silového působení při drcení	32
Obrázek č. 19 - Čelistový drtič DC 95 x 70 [7]	36
Obrázek č. 20 - Rozbíjecí zařízení firmy Davon, s.r.o. [16]	37
Obrázek č. 21 - Čelistový drtič MFL STE 108-75 T/RR [21]	42
Obrázek č. 22 - Odrazový drtič H-CI 110-125 T [21]	43
Obrázek č. 23 - Lopatové rýpadlo Caterpillar 336D L	44
Obrázek č. 24 - Kolový nakladač Caterpillar 966H	45
Obrázek č. 25 - Pevný dampr Caterpillar 770	45

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Genetická klasifikace surovin na výrobu kamene a kameniva [10]	10
Tabulka č. 2 - Výsledky výpočtu stavu zásob v severním předpolí DP	18
Tabulka č. 3 - Výpočet stavu zásob v severním předpolí DP	18
Tabulka č. 4 - Produkty kamenolomu Krásný Les	24
Tabulka č. 5 - Pevnost v tlaku a hustota hlavních skupin hornin [4].....	33

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Mapa povrchové situace

Příloha č. 2 - Mapa důlní situace

Příloha č. 3 - Těžební řez 1 - 1`

Příloha č. 4 - ES prohlášení o shodě

Příloha č. 5 - Schéma technologické linky

Příloha č. 6 - Specifikace strojního vybavení

Přílohy č. 1, 2, 3, 4 k diplomové práci mi byly poskytnuty organizací, která provádí těžební práce na ložisku Krásný Les.

Přílohu č. 5 mi poskytla firma Phoenix – Zeppelin, spol. s r.o.

Přílohu č. 6 jsem samostatně vypracoval.